



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

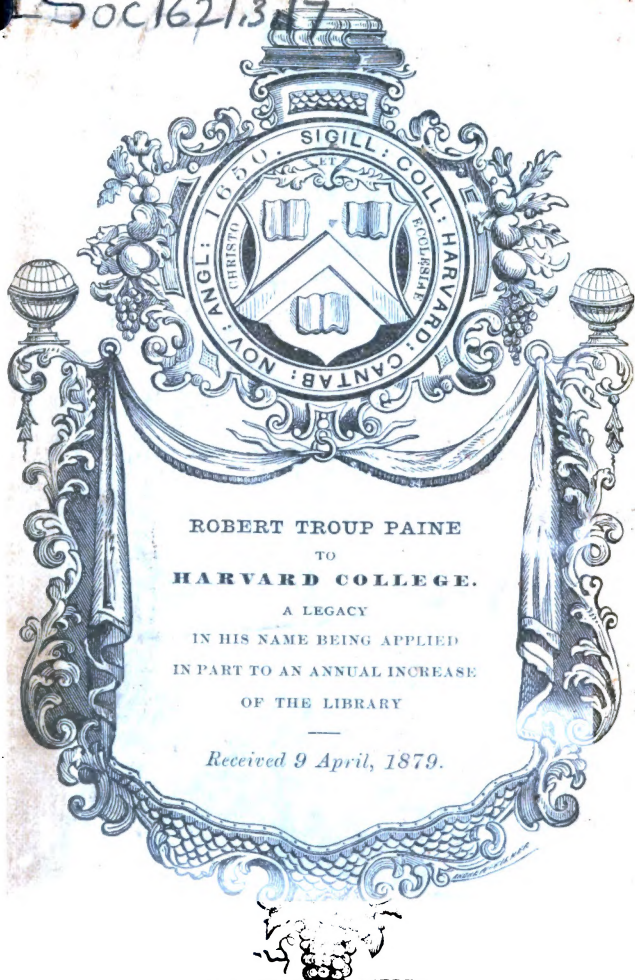
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

WIDENER LIBRARY



HX IMXG A

Soc 1621.3.17





HISTOIRE
DE
L'ACADÉMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

THE
HISTORY OF
THE
CITY OF
NEW YORK
FROM
1624 TO 1898

Robert Troncy Paine
to HISTOIRE
Harvard D. E. Coll.
L'ACADÉMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCC. LXII.

Avec les Mémoires de Physique, pour
la même Année,

Tirés des Registres de cette Académie.

TOME PREMIER.



À PARIS,

Chez PANCKOUCKE, Hôtel de Thou,
rue des Poitevins.



M. DCC. LXXVII.

1879, April 9
Paine bequest.

LSoc 1621.3.17.

THE
LIBRARY OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
AND ANATOMY
OF THE
HARVARD UNIVERSITY
CAMBRIDGE, MASS.

RECEIVED
MAY 15 1879
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
AND ANATOMY
HARVARD UNIVERSITY
CAMBRIDGE, MASS.



T A B L E

P O U R

L' H I S T O I R E.

T O M E P R E M I E R.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

<i>SUR les mines de sel de Wieliczka en Pologne.</i>	Page 1
<i>Sur quelques phénomènes cités en faveur des Electricités en plus & en moins.</i>	18
<i>Sur des Os & des Dents d'une grandeur extraordinaire.</i>	46
<i>Sur l'Ocre,</i>	55
<i>Observations de Physique générale.</i>	64

A N A T O M I E.

<i>Sur les yeux de quelques poissons.</i>	76
<i>Observation Anatomique.</i>	97

C H I M I E.

<i>Sur la quantité d'argent que retiennent les coupelles.</i>	101
---	-----

B O T A N I Q U E.

<i>Sur le caractère générique de la Plante appelée Marfilea.</i>	124
<i>Observations Botaniques.</i>	132

A L G E B R E.

<i>Sur plusieurs classes d'Equations de tous les degrés qui admettent une Solution algébrique.</i>	202
--	-----

A S T R O N O M I E.

<i>Sur le Satellite vu ou présumé autour de Vénus.</i>	211
<i>Sur la manière de calculer l'Equation du temps.</i>	220
<i>Sur la Comète qui a paru en 1762.</i>	227
<i>Sur les Observations solsticiales faites à Saint-Sulpice.</i>	234
<i>Sur la manière de concilier les Observations de Saint-Sulpice, avec la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique.</i>	237
<i>Sur la cause du mouvement observé dans les Nœuds du troisième & du quatrième Satellites de Jupiter.</i>	239
<i>Sur une nouvelle manière de trouver avec une très-grande précision, le mouvement</i>	

T A B L E. vii

horaire de Vénus ou de Mercure dans leurs passages sur le Soleil. Page 243

H Y D R A U L I Q U E.

Sur la possibilité d'amener à Paris douze cents pouces d'eau. 267.

D I O P T R I Q U E.

Sur les moyens de perfectionner les lunettes d'approche. 299

A C O U S T I Q U E.

Sur les Tuyaux d'orgue. 307.

M É C A N I Q U E.

Sur une nouvelle espèce de pistons. 328
Machines ou Inventions approuvées par l'Académie en 1762. 348
Éloge de M. l'abbé de la Caille. 354
Éloge de M. Hales. 384
Éloge de M. Bradley. 418

T A B L E

P O U R L E S M É M O I R E S.

D E S C R I P T I O N d'un nouveau Piston, par le moyen duquel les frottemens

<i>sont considérablement diminués, & les cuirs rendus d'autant plus durables. Par</i>	
<i>M. DEPARCIEUX.</i>	Page 441
<i>Observations sur la quantité d'argent que retiennent les Coupelles, après avoir servi aux Essais. Par M. TILLET.</i>	456
<i>Mémoire sur l'Ocre. Par M. GUETTARD.</i>	469
<i>Mémoire sur les Yeux de quelques pois- sons. Par M. HALLER.</i>	508
<i>Mémoire sur les Salines de Franche-Comté, sur les défauts des Sels en pain qu'on y débite, & sur les moyens de les corriger.</i>	
<i>Par M. DE MONTIGNY.</i>	543



HISTOIRE

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

Année M. DCCLXII.

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Sur les mines de sel de Wieliczka en Pologne.

LES Phyficiens font ordinairement dans leurs voyages tout le contraire des autres Voyageurs, ils diminuent le merveilleux que ces derniers, peu instruits ou peu exacts, semblent se plaire à répandre sur une infinité de points d'Histoire Naturelle : cette diminution cependant ne fait rien perdre à ces

Hist. 1762. Tome I. A

I HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

objets de leur prix réel ; elle est souvent plus que compensée par des observations importantes, que des yeux accoutumés aux recherches Physiques, savent substituer aux fables dont on avoit chargé leurs descriptions.

La Relation du voyage que M. Guettard a fait en Pologne, nous fournira plus d'un exemple de ce que nous venons d'avancer ; mais un des plus frappants est la Description qu'il a donnée des fameuses mines de sel de Wieliczka, qu'il a eu occasion d'examiner.

Il est peu de Voyageurs qui aient passé à portée de ces mines sans les visiter ; mais il semble que presque tous aient eu pour but, dans les Relations qu'ils en ont données, de dépayser, pour ainsi dire, le Lecteur & de faire illusion à sa curiosité. L'imagination des Poètes n'a rien produit d'aussi singulier que ce que la plupart des Voyageurs ont dit de ces mines ; les uns en ont fait des demeures presque comparables aux enfers d'Homère & de Virgile ; d'autres y ont vu des palais brillans de toutes sortes de pierreries & dignes de servir de demeures aux Dieux de l'Olympe ; d'autres enfin y ont remarqué des rivières, des villes, des églises & un peuple nombreux

qui naissoit dans ces souterrains, & dont plusieurs mourroient très-avancés en âge sans avoir jamais apperçu la lumière du jour : en un mot, l'amour du merveilleux & l'imagination riante, ou effrayée des Voyageurs, ont fait des peintures si dissemblables de ces mines, qu'on ne croiroit jamais qu'elles représentassent le même objet ; plusieurs, qui n'ont osé y descendre, ont donné pour des observations faites par eux tout ce qu'ils en ont entendu dire, qu'ils ont peut-être même orné ensuite de quelques traits de leur façon. Nous allons bientôt voir ce que le sang-froid du Physicien a eu à retrancher de ces descriptions si brillantes ou si terribles.

Les mines de sel de Wieliczka sont placées sous une montagne, au-dessus de laquelle est bâtie la ville qui leur donne ce nom : on peut descendre dans ces mines par des puits, qui sont au nombre de neuf, par lesquels on tire le sel & par lesquels les ouvriers montent & descendent, à l'aide d'un cable, autour duquel ils entortillent la corde d'une espèce d'étrier de sangle sur lequel ils sont assis : on y peut aussi descendre par des échelles ou ranchers placés le long des parois de ces puits.

4 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

Ceux qui ne veulent pas s'exposer au risque de cette façon de descendre dans les mines, peuvent se servir d'un escalier pratiqué à environ trois cents toises d'un de ces puits : cet escalier, très-bien bâti en brique & en moëllon, a environ quatre cents soixante-dix marches, & ce fut par-là que descendit M. Guettard.

Ces mines ne diffèrent en rien des mines ordinaires, si ce n'est que l'air y est beaucoup plus sain ; les bancs de sel ne s'y trouvent qu'à une assez grande profondeur, & après avoir percé une épaisseur de terrain considérable : le premier lit qu'on rencontre est entièrement de ce même sable dont une grande partie du terrain de la Pologne est composé : au-dessous sont plusieurs lits de terres glaiseuses, qui varient un peu par leur couleur & qui sont plus ou moins mêlées de sable & de gravier ; quelques-unes en sont presque exemptes, & les Mineurs les nomment alors *halda-mid-larka* ou terre savonneuse.

Quelques-uns de ces lits de terre se trouvent parsemés de corps marins, comme de coquilles ou de madrépores : les coquilles sont du genre de celles qu'on nomme *comes*, & presque toutes assez petites.

Dès qu'on est arrivé à une certaine profondeur, les lits de terre se trouvent séparés par des lames de pierre, que leur peu d'épaisseur a fait regarder comme des ardoises, mais qui sont de véritables pierres calcaires, & n'ont rien de commun avec l'ardoise, que d'être minces & par lames; on y trouve aussi d'espace en espace des blocs de pierre dont la couleur est une espèce de gris-de-fer. M. le Comte de Schober même, qui a écrit sur ces mines avec assez de détail, assure avoir vu des bancs de terre séparés par une espèce d'albâtre, mais M. Guettard n'en a point vu de cette espèce.

Les derniers lits de glaise sont encore séparés par une substance encore plus singulière, par une espèce de plâtre: cette pierre, au premier coup d'œil, représente une collection de dents de quelque animal devenues plâtreuses, mais l'étendue de ces lits ne permet pas de l'adopter: on peut se figurer cette substance, en imaginant une pâte molle filée & tortillée en anses alongées qui tiendroient les unes aux autres, & dont plusieurs seroient appliquées les unes sur les autres. Dès que les Mineurs ont apperçu cette pierre, ils se tiennent sûrs

6 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

de trouver bientôt les bancs de sel, & les rencontrent effectivement. Toutes ces matières, qui forment les différens lits dont nous venons de parler, ne sont pas toujours rangées horizontalement; ces lits s'élèvent & s'abaissent fréquemment, mais ce n'est qu'après les avoir tous percés qu'on arrive aux véritables bancs de sel; qui ne se trouvent qu'à environ trois cents pieds de profondeur. Il s'en rencontre cependant dans les derniers bancs de glaise, & on lavoit autrefois ces terres pour l'en retirer par évaporation, mais la disette de bois a fait abandonner ce travail; on se contente d'en détacher des morceaux assez gros & assez transparens pour être employés à de petits ouvrages qui imitent le cristal.

On trouve immédiatement sous ces bancs de glaise des bancs de sel de peu d'étendue & de peu d'épaisseur, & même souvent de blocs de sel isolés & placés obliquement dans la glaise; mais aussitôt après on rencontre les véritables bancs de sel.

L'étendue de ces bancs est absolument inconnue; on y a percé des galeries de huit à neuf cents pieds, sans en trouver la fin: on n'est guère plus certain de

leur épaisseur, elle varie beaucoup, mais il est certain qu'il se trouve dans ces mines des excavations de trente à quarante pieds de hauteur, creusées dans une masse de sel, sans qu'on en ait même atteint le terme. Cette masse énorme va en s'inclinant d'environ 45 degrés; elle ne suit cependant pas par-tout cette direction; elle est quelquefois horizontale, quelquefois elle se redresse pour suivre apparemment les contours des différentes montagnes sous lesquelles elle s'étend. La substance de ce sel est assez dure, & sa couleur d'un gris clair ou d'un assez beau blanc; il est communément opaque, mais il s'en trouve des morceaux plus ou moins transparens; & lorsqu'on examine attentivement à la loupe des morceaux de ce sel, on voit qu'ils sont entièrement composés de petits cubes; figure qu'affecte, comme on sait, le sel marin dans sa cristallisation: aussi reprend-il cette même figure, lorsqu'après l'avoir fait dissoudre dans l'eau on le fait cristalliser de nouveau; & les eaux, qui se font jour quelquefois dans les chambres abandonnées, y forment à la longue des masses de sel, dans lesquelles on reconnoît la même texture.

On trouve quelquefois dans le milieu

8 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

des masses du sel le plus blanc , des parties d'une substance noirâtre plus ou moins considérables , & qui paroissent être du bois pourri : ce bois exposé à la flamme d'une bougie , s'enflamme promptement & s'éteint de même , répandant une odeur d'huile empyreumatique ; on a même assuré M. Guettard qu'on trouvoit aussi quelquefois des pyrites dans le sel ; ce qui ne seroit pas bien étonnant , les glaïses qui se trouvent dans le sel & aux environs étant plus que suffisantes pour les produire.

L'inclinaison des bancs de sel à l'horizon , qui , selon les observations de M. Guettard , va jusqu'à 45 degrés , oblige de pratiquer différens étages dans l'excavation de ces mines ; les galeries même vont en baissant vers le fond de la mine ; elles aboutissent à des carrefours ou chambres assez vastes , dans lesquels on laisse aujourd'hui quelques piliers pour en assurer la voûte & pour prévenir les éboulemens que le défaut de cette précaution & le poids énorme dont ces voûtes sont surchargées occasionnoient quelquefois. C'est dans quelques-unes des chambres les plus éloignées que sont percés les puits qui communiquent d'un étage de la mine à l'autre :

c'est par ce puits qu'au moyen de treuils, sur lesquels se devident des cables & qui sont menés par des chevaux, on fait monter des masses de sel énormes qu'on détache dans les étages inférieurs, & qu'après les avoir roulées dans les galeries, elles sont enlevées par d'autres puits jusqu'à la surface de la terre. Ces chevaux, qu'on a beaucoup multipliés depuis quelques années, pour épargner aux hommes le travail le plus dur & le plus pénible de ces mines, n'en sortent pas, du moins tant qu'ils sont en état de servir; on leur a creusé dans la masse même du sel des écuries commodées; l'eau des puits de terre, qu'on trouve au commencement de la mine, est ménagée & conduite avec soin pour leur fournir à boire.

Dans les mêmes carrefours où se trouvent les puits dont nous venons de parler, ou dans leur voisinage, on a pratiqué des escaliers qui communiquent aussi d'un étage à l'autre: en descendant ces escaliers, comme en parcourant les galeries inclinées qui conduisent d'un carrefour à l'autre, on trouve à droite & à gauche les embouchures de plusieurs autres galeries qui conduisent à d'autres travaux de la mine; on n'y

ressent aucune incommodité, l'air y est pur & sain ; on y entretient une très-grande propreté ; & le seul désagrément qu'on y éprouve est la poussière que le travail & les pieds des chevaux y excitent quelquefois.

Il faut cependant mettre en ligne de compte un accident plus fâcheux qui arrive quelquefois dans ces mines , c'est l'explosion subite d'une vapeur inflammable qui s'amasse dans quelques endroits, sur-tout dans les chambres abandonnées , & qui s'allumant au feu des lumières que portent les ouvriers, les met en risque de leur vie , par la violence de son explosion, mais heureusement ces accidens ne sont pas fort fréquens. La piété des Polonois leur a fait creuser dans ces demeures souterraines des chapelles où certains jours de l'année on dit la Messe ; la plus grande de toutes est celle qui est dédiée sous l'invocation de Saint Antoine ; elle peut avoir trente pieds de longueur sur vingt à vingt-quatre de largeur, & dix-huit pieds de hauteur : l'autel , les colonnes torsees qui ornent le rétable , celles qui soutiennent la voûte , le crucifix , & les autres ornemens de l'autel , des figures d'Ange , celles de Saint François , de

Saint Antoine & de Sigismond, roi de Pologne, tout est absolument de sel, & ce seul endroit mériterait la peine que l'on prend pour se rendre dans le lieu où il se trouve.

Telle est en abrégé la description de ce que M. Guettard a vu dans les mines de Wieliczka ; nous disons qu'il a vu, car il s'en faut beaucoup qu'il en ait parcouru toute l'étendue, mais on l'a assuré qu'il ne trouveroit dans le reste que la répétition de ce qu'il venoit de voir : la chambre la plus profonde à laquelle il est parvenu, se nomme *Czusztrinski* ; elle est environ huit cents pieds plus bas que la surface de la terre. Il y a dans cette chambre un puits profond de deux cents pieds, au fond duquel on travailloit alors à former des galeries pour en tirer le sel ; le fond de ce puits seroit donc, selon le rapport des Mineurs, à mille pieds, ou environ la dixième partie d'une de nos lieues, de profondeur ; mais si on veut s'en rapporter aux expériences du baromètre, faites par M. Schober, il en faudra déduire environ quatre cents pieds, & nous aurons plusieurs mines, même en France, plus profondes que les salines de Wieliczka. Il ne nous reste plus à exposer

que la manière dont on en tire le sel, & l'origine, que M. Guettard attribue au prodigieux amas de cette matière qu'on y rencontre.

Les ouvriers qui travaillent au fond des mines n'y restent que huit heures ; au bout de ce temps ils remontent & sont relevés par d'autres. La dureté de ce travail ne leur permettroit pas de le continuer plus long-temps.

Pour séparer le sel de la masse, ils y creusent avec des pics deux fillons longitudinaux de la longueur qu'ils veulent donner au bloc, & deux transversaux, qui forment avec les premiers un quarré long. Lorsque ces fillons ont atteint la profondeur nécessaire pour approcher de l'épaisseur qu'ils veulent donner au bloc, ils y enfoncent, à trois pouces les uns des autres, de longs coins de fer ; ces coins font infailliblement détacher le bloc, & sa chute s'annonce par une espèce de déchirement. Les dimensions ordinaires de ces blocs, sont de vingt pieds de long, six de large & trois d'épaisseur.

Chacun de ces blocs se divise en trois, & on réduit chacune de ces parties en cylindre pesant quatre cents milliers : cette forme cylindrique donne la facilité

de les rouler dans les galeries & en facilite le transport. Les morceaux qui proviennent de cet arrondissement, sont mis dans des tonneaux qui pèsent ordinairement six cents livres, & les uns & les autres ayant été conduits aux puits, sont enlevés par les treuils dont nous avons parlé. On tire par an, de ces mines, douze à treize millions de livres de sel, qui se débite en Pologne & dans quelques pays voisins, après qu'on en a envoyé vingt mille tonneaux à la Noblesse de la grande & petite Pologne.

On ne tire aujourd'hui des mines de Wieliczka que du sel en pierre : il s'y trouve néanmoins de l'eau salée en quantité ; elle provient des pleurs de terre, qui en pénétrant la masse de sel, le dissolvent & se rendent dans les cavités de la mine. On les'en retire soigneusement par des machines placées aux endroits où on les conduit par des rigoles artistement ménagées. On profitoit autrefois du sel de ces eaux en les faisant évaporer, mais depuis 1724 la disette du bois a fait abandonner ce travail.

Il auroit été bien difficile à M. Guettard d'observer, comme il l'a fait, la situation & l'intérieur de ces mines, sans former quelques réflexions sur la cause

14 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

qui avoit pu produire un si énorme
amas de sel au fond de la terre : il pense
que cet amas est dû aux eaux de la mer ,
qui ayant couvert tout ce pays jusqu'aux
montagnes , au pied desquelles sont
placées les mines, soit dans le temps de
quelque inondation particulière , soit
dans celui du déluge universel , y ont
déposé d'abord le sel qu'elles conte-
noient à mesure que l'évaporation les a
diminuées , ensuite les différentes glaises
& les espèces de pierres calcaires qui en
séparent les bancs , & enfin le sable
qu'elles avoient apporté.

Cette conjecture est fondée sur l'uniformité de position de ces lits , qui n'est interrompue que par quelques sinuosités qui ressemblent bien aux ondulations d'un fluide , sur la position de toutes ces différentes matières , qui est telle que les plus pesantes sont toujours au-dessous des autres , sur la figure des grains de sable , qui semblent tous avoir été roulés , sur les coquilles & les autres corps marins qu'on y trouve répandus ; tous ces caractères ne laissent guère lieu de douter que ces mines n'aient été fournies par un dépôt de matières suspendues dans un fluide & ensuite déposées sur le terrain primitif , qu'elles ont recouvert d'un

grand nombre de nouvelles couches. À l'égard des lits de plâtre & d'albâtre & des morceaux de pierre calcaire qui peuvent se trouver mêlés dans ces différens lits, ils ne peuvent fournir aucune objection contre le système de M. Guettard ; leur formation peut être de beaucoup postérieure à celle des mines, & elles peuvent avoir pris naissance dans les fentes ou les cavités que les matières déposées avoient laissées entr'elles en se consolidant & en se desséchant.

Il suit de l'opinion de M. Guettard ; que les amas souterrains de sel, qui, selon l'opinion commune, donnent la salure aux sources salées, devroient se trouver toujours au pied des hautes montagnes ; mais cette objection, si on la faisoit, n'en seroit pas une, elle seroit plutôt une preuve de l'opinion de M. Guettard : car, en effet, presque toutes les fontaines salées sont placées de cette manière, on en trouve tout le long du mont Karpack, dans l'espace de plus de cent lieues ; les mines de sel de Saltzbourg & celles qu'on trouve en Calabre, les fontaines salées de presque toute l'Allemagne, celle de Salies dans le Béarn, les puits salés de Salins en Franche-comté, de Dieuze, Château-salins & Rozières

en Lorraine , sont tous placés de la même manière au pied des hautes montagnes ; & , ce qui est bien à remarquer , c'est que toutes ces sources sont entourées de lits de terre & d'argile sans aucune roche , & que ces lits forment des ondulations & sont un peu inclinés à l'horizon ; tous caractères qui semblent annoncer des terrains formés par des dépôts.

Cette espèce de preuve a même paru si forte à M. Guettard , qu'il pense que si on recherchoit avec soin aux environs des endroits où se trouvent les sources salées , on trouveroit peut-être des mines de sel gemme semblables à celles de Wieliczka : en effet, il est comme reçu que l'eau salée des puits & des fontaines ne doit sa salure qu'à des bancs de sel qu'elle rencontre & qu'elle dissout dans sa route. Il ne s'agiroit donc que de trouver ce magasin : jusqu'ici ces bancs salins n'ont été trouvés que par une espèce de hasard ; pourquoi ne profiteroit-on pas des connoissances que donnent les observations de M. Guettard , pour faire la même recherche par principes & à la faveur de la théorie qu'elles semblent indiquer ? Des fouilles dans les montagnes au-dessus de ces sources,

pourroient, si elles étoient prudemment dirigées, conduire d'autant plus sûrement à cette découverte, qu'il paroît, par tout ce que M. Guettard a pu rassembler d'observations sur cette matière, que dans tous les endroits où se trouvent des mines de sel, elles sont constamment recouvertes de lits des mêmes matières. Il seroit donc facile de reconnoître si on se trouvoit sur la véritable route, long-temps avant que d'être parvenu aux véritables bancs de sel ; & cette découverte si importante, seroit, si elle avoit lieu, un fruit du voyage de M. Guettard ; c'en sera sûrement un que d'avoir éclairé la curiosité du Public sur un point d'Histoire Naturelle, qu'il semble qu'on eût pris plaisir à défigurer par les fables dont on l'avoit surchargé. On verra désormais dans ces mines, au lieu des villages, des rivières, des habitans chimériques, que les observations de M. Guettard ont détruits sans retour, des masses prodigieuses de sel, des effets admirables de l'industrie humaine, & des vestiges du plus grand événement que l'Histoire de la Pologne & peut-être celle de notre globe puissent nous fournir.

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES
*Cités en faveur des Électricités en plus
 & en moins.*

NOUS avons rendu compte en 1753 (1) & en 1755 de la dispute qui s'étoit élevée entre les Physiciens électrisans, sur les deux espèces d'électricité en *plus* & en *moins*, & des raisons qui avoient été produites de part & d'autre, tant pour appuyer cette opinion que pour la détruire ; voici encore une suite de ce travail. Certaines expériences ont été alléguées par les partisans de M. Franklin, en faveur de l'électricité en plus & en moins. Ce sont ces mêmes expériences que M. l'abbé Nollet a répétées très-soigneusement & examinées dans toutes leurs circonstances, les réponses qu'il a faites aux inductions qu'on en vouloit tirer, & les nouvelles tentatives qu'il a employées pour éclaircir les points douteux qui forment les Mémoires dont nous allons rendre compte ; il prétend, en un mot, faire voir que des expériences citées par les partisans de

(1) Voyez *Histoire 1753*, & *Histoire 1755*.

M. Franklin , il ne résulte point la nécessité de n'admettre qu'un seul courant de matière électrique, allant tantôt d'un sens & tantôt de l'autre, suivant que le corps qu'on électrise est épuisé ou surchargé d'électricité; qu'elles se peuvent également expliquer par les deux courans dont il admet l'existence, & qu'enfin plusieurs faits qu'il allègue qui s'expliquent très-bien dans ce dernier système, se refusent absolument à l'hypothèse des deux différentes électricités.

Le premier article qu'examine M. l'abbé Nollet, est la compressibilité que quelques partisans des deux électricités attribuent à la matière électrique: cette qualité devient, dans cette hypothèse, absolument nécessaire; puisqu'on veut que cette matière soit condensée dans le corps électrisé *en plus*; mais au lieu de conclure de cette nécessité, l'existence de cette compressibilité dans la matière électrique, ne seroit-il pas mieux d'examiner si elle y est: & si elle n'y est pas, d'abandonner l'hypothèse, qui ne pourroit subsister sans elle?

La matière de l'électricité est assez généralement reconnue pour être la même que celle du feu, & les parties

de cette dernière ont été de tout temps regardées comme très-dures, puisqu'il n'est aucun corps qu'à la longue elles ne puissent entamer. Quant au ressort, il se trouve des raisons presque égales pour leur en attribuer que pour leur en refuser; mais quand on leur en accorderoit, & même à un très-grand degré, en résulteroit-il qu'elles fussent compressibles au point qu'on la suppose? Une boule d'acier bien trempé, à certainement plus de ressort qu'une bale de coton ou de liège de même volume, & personne cependant ne croira qu'elle soit plus compressible que ces dernières: un fluide composé d'éléments de cette nature, qui reviennent assez à la dureté extrême que Boërhaave attribue aux parties de feu, sera certainement élastique, & cependant très-peu compressible. On pourroit objecter que la matière du feu se condense dans une barre de fer lorsqu'on la fait chauffer, mais il se trouve dans ce phénomène une différence bien marquée d'avec l'électricité; le morceau de fer électrisé garde constamment son même volume, & celui du fer chauffé augmente le sien; effet naturel de l'introduction d'une matière qui s'est accumulée dans ses pores.

Inutilement diroit-on que la force avec laquelle la matière est poussée par l'électricité étant moindre que celle de la chaleur, elle n'a pu vaincre la cohésion des parties du fer pour augmenter le volume de ce dernier : une expérience faite par M. l'Abbé Nollet, prouveroit évidemment le contraire. Il a électrisé un thermomètre de mercure très-sensible, jusqu'à ce que la matière électrique communiquée à la boule se fit voir à l'autre extrémité de la colonne par des jets de lumière, il avoit alors une colonne de métal fluide, dont les parties n'avoient aucune cohésion, pénétrée de matière électrique autant qu'elle pouvoit l'être ; & il n'a jamais observé dans cette colonne la plus petite augmentation sensible ; ce qui auroit cependant dû arriver, si la matière électrique y eût été comprimée, puisqu'elle n'auroit pas manqué de séparer les globules de mercure, qui ne tiennent point ensemble, & d'augmenter par-là le volume du mercure & la hauteur de la colonne.

Il arrive quelquefois que les globes de verre & de soufre éclatent & se brisent en morceaux lorsqu'on les frotte pour les électriser, mais on n'en peut rien conclure par rapport au ressort de

l'électricité ni par rapport à sa condensation. Le même accident n'arrive que trop aux meules de Coutelier ; cette Histoire même en fournira un exemple , & on ne s'est pas encore avisé d'attribuer cet effet à l'électricité , mais seulement à la force centrifuge que le mouvement très-vif de rotation imprime à leurs parties , mais quand même on voudroit attribuer cette rupture des globes à l'électricité , il ne seroit nullement nécessaire d'admettre que cette matière électrique fût compressible ; on fera infailliblement éclater un vase fragile , en y forçant de l'eau ou tout autre fluide incompressible.

Le second point que M. l'abbé Nollet examine dans ce Mémoire , est la condensation ou surabondance de matière électrique qu'on suppose dans un corps , & l'exhaustion ou épuisement de cette même matière dans un autre : ces deux états sont , suivant les partisans des deux électricités , la cause première de tous les phénomènes ; mais M. l'abbé Nollet ne trouve pas cette supposition mieux fondée que celle de la compressibilité. En effet , comment comprendre qu'on puisse condenser un fluide dans l'intérieur d'un corps dont les pores lui offrent une

infinité de passages pour s'échapper, ou qu'on puisse l'en épuiser quand ces mêmes pores offrent une libre entrée au fluide de même nature qui l'entoure de toutes parts ? ce seroit vouloir épuiser d'eau, par le moyen d'une pompe, un vaisseau percé de trous qui seroit au fond d'une rivière, ou vouloir l'en surcharger. Ce seroit en vain qu'on voudroit employer, pour expliquer cette surcharge ou cet épuisement, les petites atmosphères dont M. Wilson imagine que les corps sont comme enduits & qui interceptent le passage à la matière électrique, qui dans le cas où on en épuise un corps, se présente pour y rentrer. Il faudroit premièrement donner des preuves de l'existence de ces petites atmosphères; mais quand même on adopteroit cette hypothèse, on n'en pourroit pas tirer un grand avantage pour l'explication du phénomène en question, & d'ailleurs elle est contredite par des faits sans nombre. On ne peut, par exemple, nier l'existence d'une atmosphère attractive & répulsive en même temps, qui se trouve autour du corps dans toute sa longueur aussitôt qu'il est rendu électrique même par épuisement ou en *moins*. Or, si la petite atmosphère supposée

24 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

intercepte toute communication avec le fluide électrique ambiant, comment & par quelle raison celui-ci prend-il subitement la faculté d'attirer & de repousser à l'occasion du vuide survenu dans le corps électrisé, avec l'intérieur duquel il ne communique point; & s'il y communique, qui l'empêcheroit d'y rentrer? Examinons maintenant les faits que les partisans des deux électricités allèguent pour en établir l'existence.

Quand on frotte un globe de verre avec un coussin isolé, si quelque partie du coussin vient à s'approcher du conducteur électrisé par ce même globe, les étincelles qui éclatent entre deux, sont communément plus fortes que celles que tireroit de ce conducteur un corps non isolé, c'est uniquement, disent les partisans de M. Franklin, parce que la matière électrique, condensée dans le conducteur, se précipite avec plus de violence dans le coussin qui en est épuisé, qu'elle ne le feroit dans tout autre corps qui en auroit sa dose naturelle.

Quand on viendrait à bout d'expliquer, par les deux électricités, tous les phénomènes dont nous venons de parler, il s'en trouveroit encore un qu'on auroit peine à y ramener, c'est l'inflammation

l'inflammation de l'étincelle & l'action rétroactive de ce feu sur le conducteur ; car il est bien certain que si un homme isolé sert de conducteur , il ressent la piquûre de l'étincelle aussi vivement que celui qui l'excite : en effet , comment comprendre que le fluide électrique s'enflamme jusqu'à explosion , uniquement parce qu'on lui présente un corps où son mouvement doit être plus libre ? & comment concevoir , dans cette supposition , l'action rétrograde de laquelle nous venons de parler ?

Si même , pour exciter l'étincelle , on se sert de deux pointes , dont l'une soit électrisée par le verre , & l'autre point du tout , & que l'expérience se fasse dans un lieu obscur , on verra sortir des deux pointes des feux qui tendent l'un vers l'autre , qui semblent se condenser à mesure qu'ils s'approchent , & qui finissent par éclater avec bruit lorsqu'ils se sont suffisamment mêlés. On objecteroit peut-être que l'un de ces feux est beaucoup plus petit que l'autre ; mais indépendamment de la direction , qui , selon les expériences de M. l'abbé Nollet , n'est pas équivoque , on ne peut rien conclure de cette différence , puisque cette émanation électrique pourroit être

Hist. 1762. Tome I.

B

absolument invifible , même dans un corps animé de l'électricité du verre , fans que l'étincelle , dont la formation exige les deux courans oppofés , ceſſât d'éclater ; il ne faudroit pour cela que terminer ce corps par une ſurface plane ou largement arrondie. Comment ſuppoſeroit-on encore que le conducteur , électriſé par un globe de ſoufre , s'épuife de la matière électrique , lorsqu'on prétend l'y voir rentrer ſous la forme de point lumineux par l'autre extrémité ? il ne ſuffiroit pas même de dire que cette matière n'y rentre pas avec la même vîteſſe qu'elle en ſort pour ſe rendre au globe ; car dans cette ſuppoſition , le point lumineux devroit ſubſiſter quelque temps après qu'on a ceſſé de frotter le globe , & c'eſt ce qui n'arrive point , cette eſpèce de lumière s'éteignant à l'inſtant même que le globe ceſſe d'être frotté.

L'attraction & la répulſion des corps légers ne s'expliqueroient pas plus aifément dans l'hypothèſe de deux électricités , même en admettant les atmosphères de M. Wilſon , dont nous avons parlé , qui empêchent , ſelon lui , la rentrée du fluide électrique dans toute la longueur du conducteur électriſé par

le soufre ; car pourquoi ces atmosphères arrêteroient-elles le fluide dans la longueur du conducteur , tandis qu'elles lui livrent un passage très-libre à son extrémité ? pourquoi cette matière amassée qui enveloppe le conducteur & lui fait une espèce d'atmosphère répulsive , permet-elle plutôt au corps non électrique d'aller vers le conducteur qu'à celui qui est électrisé ? & enfin pourquoi cette matière amassée & cette atmosphère rentrent-elles à l'instant dans le conducteur , si dès qu'on a cessé de frotter le globe , un homme non électrique le touche du bout du doigt ?

L'expérience suivante , rapportée par M. Wilson , ne prouve pas davantage en faveur des deux électricités , il prend un siphon de verre , dont les branches égales & parallèles entr'elles ont environ trois pieds , & l'ayant rempli de mercure , il en plonge les deux extrémités dans deux vases qui contiennent du même fluide , en faisant ainsi deux baromètres qui communiquent ensemble par leur partie vuide. Si après avoir isolé tout cet appareil , de manière que l'un des deux vases ne puisse pas transmettre à l'autre l'électricité qu'on lui communiquera , on conduit à l'un des deux celle d'un

globe de verre frotté, tandis que l'autre communique, au moyen d'une chaîne avec des corps non isolés, on verra, si on est dans un lieu obscur, sortir du haut de la colonne de mercure électrisée, une lumière diffuse qui se répand dans tout l'espace vuide, paroissant aller de la colonne de mercure électrisée à celle qui ne l'est pas, & au haut de celle-ci, on appercevra une petite lueur très-courte & plus brillante que celle qui est répandue dans le tuyau.

Si on se sert d'un globe de soufre pour électriser, les mêmes phénomènes auront lieu, mais dans un ordre renversé, c'est-à-dire, que la lumière paroîtra partir de la branche non électrisée, pour se rendre à celle qui l'est & au haut de laquelle on verra le petit bouquet de lumière.

C'est de cette expérience que M. Wilson prétend tirer la plus forte preuve en faveur des deux électricités ; en effet, on y voit, pour ainsi dire, à l'œil changer la marche du fluide à mesure qu'on change la nature du corps électrisant.

Cependant M. l'abbé Nollet ne croit pas qu'on en puisse tirer aucune induction ; il reconnoît bien, avec M. Wilson,

la direction contraire du courant de la matière électrique dans les deux cas de l'expérience ; mais il ne demeure pas d'accord que ce courant soit unique ; il en vient , selon lui , un autre en sens contraire , qui produit , par son choc avec le premier , la petite lumière qu'on voit au haut de la seconde colonne , & pour s'en assurer mieux on n'a , si on se sert du globe de verre , qu'à regarder son extrémité voisine du globe , on en verra sortir la matière lumineuse qui se précipite vers ce dernier ; & si on emploie le globe de soufre , on n'a qu'à isoler la chaîne qui communique du baromètre aux corps non isolés , & la terminer par une pointe du métal , & on y appercevra un bouquet de lumière , qu'on reconnoîtra , en l'examinant , pour une matière qui débouche en avant. Il y a donc toujours deux courans de matière électrique , & la seule différence qui se trouve dans les deux cas de l'expérience , c'est que dans celui où l'on se sert du globe de verre , le courant qui en sort est le plus fort , & celui qui y rentre le plus foible ; au lieu que lorsqu'on emploie le globe de soufre , le courant qui en sort est le plus foible ; & celui qui y rentre le plus fort : mais il

n'en résulte en aucune manière que ces phénomènes ne doivent être attribués qu'à un seul courant qui change de direction dans les deux cas de l'expérience; on en fera même bien convaincu, si on veut bien faire attention que cette expérience ne diffère pas essentiellement de celle que M. l'abbé Nollet avoit tentée en 1747, lorsqu'il mastiqua l'extrémité d'une verge de fer dans l'une des ouvertures d'un vaisseau de verre long & purgé d'air, à l'extrémité duquel étoit mastiqué un robinet de métal : dans cette expérience, comme dans celle de M. Wilson, la matière électrique sortoit d'un morceau de métal pour se rendre dans un vuide, terminé par une autre masse métallique; mais comme les pièces étoient bien plus grandes que les colonnes de mercure & le tuyau de M. Wilson, la direction des deux courans n'y pouvoit être méconnue, & on voyoit distinctement celle qui partoît du robinet s'élancer à la rencontre de celle que jettoit la barre de fer électrisée.

Les autorités en Physique ne sont pas d'un grand poids en comparaison des faits; mais quand on fait tant que d'en employer, il faut être exact. On a essayé d'opposer à M. l'abbé Nollet celle de

M. Symmer en faveur du système de M. Franklin : M. l'abbé Nollet rapporte ici les paroles de ce Physicien , qui au lieu de nommer explicitement les effluences & affluences de M. l'abbé Nollet , admet *deux puissances actives & opposées* , & fait consister tout le jeu de l'électricité dans le plus ou moins de force de chacune de ces puissances , & la cessation de toute électricité dans leur parfait équilibre ; proposition que M. Symmer établit par des faits , & qui ne peut absolument subsister avec l'hypothèse d'un seul courant de matière électrique , tel que le supposent les partisans des deux électricités en plus & en moins.

Il nous reste présentement à examiner les principaux faits que les partisans des deux électricités prétendent faire valoir en faveur de leur hypothèse , & les réponses de M. l'abbé Nollet.

Si on frotte , disent les premiers , un globe de verre garni de son conducteur bien isolé , on voit paroître une aigrette enflammée à l'extrémité la plus reculée du conducteur , & cette matière a sa source dans le couffin qui frotte le globe , & dans le globe même , qui la lancent dans le conducteur & l'obligent de s'échapper par l'extrémité la plus éloignée.

32 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

Il ne s'établit donc qu'un seul courant qui va dans cette direction.

M. l'abbé Nollet est bien éloigné de nier l'existence de ce courant, mais il nie qu'il soit seul : en effet, il en sort un autre de son extrémité voisine du globe, qui se rend à ce dernier dans une direction toute opposée, sous la forme d'une frange lumineuse, & qui a bien été reconnu pour tel par presque tous les Physiciens qui ont écrit sur cette matière, & l'existence de ces deux courans s'accorde à merveille avec les attractions des corps légers, que les filets de matière qui se rendent au conducteur y entraînent nécessairement, & une partie de cette matière passe au coussin pour y remplacer celle qu'il fournit continuellement.

Mais, dira-t-on, comment concevoir que le feu électrique puisse entrer & sortir à la fois par le même endroit du même corps ? on pourroit répondre à cette objection que vraisemblablement ce ne sont pas les mêmes pores qui donnent passage à ces courans opposés ; mais quand ce seroit précisément les mêmes pores qui leur donneroient passage, est-ce donc le seul exemple en Physique de courans de matières

très-subtiles qui se croisent & se pénètrent en mille manières , sans déranger leur direction ; & ceux qui font cette objection , ont-ils oublié que les rayons de lumière fournissent , en se croisant dans les espaces extrêmement petits , des exemples continuels de cette propriété ? mais quand d'ailleurs on ne pourroit pas comprendre ce fait , à la vérité très-surprenant , est-il le seul dans ce cas ? & seroit-on bien venu à nier la direction de l'aiguille aimantée vers le Nord , parce que jusqu'ici on n'a pas encore pu expliquer d'une manière certaine comment elle s'opéroit ? On seroit bien à plaindre dans l'étude de la Physique s'il falloit rejeter tous les faits dont on ne peut pas rendre raison dans le dernier détail. Si présentement on substitue un globe de soufre à celui de verre , il paroîtra encore des feux aux deux bouts du conducteur , mais ils seront placés différemment : au lieu de la petite frange lumineuse qui paroît venir du conducteur au globe lorsqu'on emploie le globe de verre , on aura , en employant celui du soufre , une belle aigrette lumineuse , mais aussi on n'apercevra vers l'autre extrémité de ce conducteur qu'une petite houppe de lumière. C'est

B 3

cette petite houppe que les partisans de l'électricité en plus & en moins veulent faire passer pour le signe infallible de la matière électrique qui se précipite dans le conducteur , pour aller remplir le vuide que le frottement occasionne , selon eux , dans le globe & dans le conducteur.

Mais que deviendra ce raisonnement, si cette houppe lumineuse, ou, comme la nomme le P. Beccaria, cette petite étoile, est une véritable aigrette plus foible à la vérité & plus courte que les autres; mais qui, comme elles, manifeste la direction de son mouvement par le petit vent qu'elle fait sentir à la main qu'on lui oppose, pousse en avant la flamme d'une petite bougie qu'on lui présente & la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, fait onduler la surface d'une liqueur qu'on lui offre, accélère le mouvement des liqueurs qui coulent goutte à goutte, & qui enfin, vue à la loupe, paroît être une aigrette, petite à la vérité, mais bien épanouie ?

Ce sont cependant tous ces caractères que les expériences, faites en présence d'un grand nombre de personnes, & sur-tout des Commissaires nommés

par l'Académie pour les bien examiner, donnent aux houppes ou points lumineux : le Lecteur peut décider s'ils caractérisent un fluide entrant dans le conducteur ou un fluide qui en sort.

Ce n'est pas cependant que M. l'abbé Nollet prétende qu'il n'en entre point par cette même extrémité du conducteur par laquelle s'échappe l'aigrette ; elle n'est jamais dûe , selon lui , qu'à la rencontre & à la collision de deux courans , & il est très-persuadé qu'il s'en établit un qui entre dans le conducteur par la partie la plus éloignée du globe , & qui fournit à la grande aigrette qui va de ce conducteur au globe de soufre.

L'expérience qu'on cite comme la plus forte preuve en faveur des deux électricités , n'est pas , selon M. l'abbé Nollet , beaucoup plus concluante : on électrise le même conducteur en même temps par un bout avec le globe de verre , & par l'autre avec le globe de soufre ; & dès qu'on a rendu les deux électricités égales , le conducteur ne donne plus , dit-on , aucun signe d'électrité ; preuve évidente , ajoute-t-on , que celle du soufre & celle du verre ne peuvent subsister ensemble & se détruisent réciproquement.

M. l'abbé Nollet observe d'abord que cet énoncé n'est pas absolument exact, & qu'il arrive seulement que les signes d'électricité ordinaires, comme l'attraction & la répulsion des corps légers, &c. s'affoiblissent & même disparoissent sur toute la longueur du conducteur ; mais que nonobstant cette cessation, on voit toujours à l'extrémité du conducteur, voisine du globe de soufre, une aigrette lumineuse, & à celle qui approche du globe de verre une houppe ou point lumineux. Ce dernier résultat est celui qu'a donné M. Franklin, & qui a été vérifié par M. l'abbé Nollet, & attesté plus d'une fois par les Commissaires de l'Académie qui en ont été les témoins.

Or, selon même les plus zélés partisans des deux électricités, les aigrettes & les points lumineux en sont les caractères les plus distinctifs & ceux qu'on doit préférer à tous les autres : comment donc dire qu'un corps n'est pas électrique, quand il donne les marques les moins équivoques des deux électricités ? & comment accorder l'antipathie qu'on leur suppose avec la manière paisible dont elles animent toutes deux à la fois un même individu ?

Inutilement diroit-on que la même chose arrive à une pointe de métal qu'on présente à un globe de verre & à un globe de soufre électrisés , qui , dans le premier cas , produit un point lumineux & dans l'autre une aigrette , sans être pour cela électrique ; car la disparité est entière , 1°. en ce que ces pointes ne sont pas isolées comme le conducteur , 2°. en ce qu'elles ne donnent pas à la fois les signes des deux électricités prétendues ; mais de plus M. l'abbé Nollet soutient que ces pointes , même non isolées , sont véritablement électriques ; elles ne sont point dans leur état naturel ; elles donnent des signes très-marqués d'électricité , & on ne peut pas plus leur disputer la qualité de corps électrisés qu'à celui qui , sans être isolé , tire l'étincelle dans l'expérience de Leyde , & on peut s'en rapporter à ceux qui l'ont éprouvé , pour savoir si dans ce moment ils se sont crus dans leur état naturel , quoique dans cet état même ils ne pussent opérer ni attractions ni répulsions de corps légers qu'on leur présentait. Tous les phénomènes d'électricité ne se ressemblent pas.

Quand tous les autres signes d'élec-

tricité cesseroient autour du conducteur électrisé par les deux globes, & qu'ils y cesseroient absolument, on ne pourroit donc pas le regarder comme non électrique ; mais faudroit-il pour cela avoir recours à de nouvelles hypothèses ? non certainement, & l'explication qu'en donne M. l'abbé Nollet, en supposant toujours les affluences & les effluences simultanées, est si naturelle, qu'il semble inutile d'en aller chercher une autre. Essayons d'en présenter une idée.

L'expérience a fait voir depuis longtemps que plus les corps qu'on veut électriser par frottement sont élastiques, plus ils sont susceptibles de cette vertu ; le verre s'électrise mieux que le soufre, le soufre mieux que la cire, &c. à quoi on peut joindre que le degré de chaleur excité par le frottement, & qui n'est certainement pas capable d'altérer l'électricité du verre, doit amoindrir en quelque sorte le soufre & les résines & diminuer très-sensiblement leur élasticité. Voyons présentement ce qui arrive, ou pour mieux dire, ce qu'on peut conjecturer qui arrive dans la texture de ces corps lorsqu'on les frotte pour les rendre électriques.

Les corps qui , comme le verre , peuvent soutenir le frottement sans s'amollir , entrent dans une espèce de mouvement de vibration ; leur pores s'ouvrent & se resserrent alternativement, & par ce moyen ils absorbent & lancent tour à tour la matière électrique ; mais comme tous les pores ne s'ouvrent ni ne se ferment en même temps , il en résulte nécessairement que les filets de matière en mouvement , qui se trouvent aux environs du corps électrique , peuvent avoir , & ont en effet , des directions opposées, les uns venant se rendre dans les pores ouverts dans le même temps que d'autres sont chassés par le ressort des pores qui se ferment , & la quantité des filets entrans & des filets sortans sera nécessairement déterminée par le degré d'élasticité du corps & par la promptitude avec laquelle les pores se resserrent. Il n'est donc pas étonnant que le verre , qui est peut-être de toutes les matières qu'on peut électriser par frottement la plus dure & la plus élastique , chasse la matière électrique avec plus de vivacité qu'elle ne la reçoit , & que par conséquent les *effluences* soient plus vives autour des corps qu'il anime que les *affluences*.

Le contraire arrivera nécessairement au soufre & aux autres matières de cette espèce, leur élasticité est moindre par elle-même que celle du verre; elle est encore diminuée par le degré de chaleur qu'excite le frottement : leurs pores s'ouvriront donc avec plus de facilité & se renfermeront avec moins de force & de promptitude, & les filets de matière électrique y entreront avec plus de facilité que dans le verre & en seront chassés avec bien moins de vitesse, & par conséquent les *affluences* y seront bien plus vives & plus marquées que les *effluences*. Appliquons maintenant cette théorie à l'expérience en question.

Le conducteur étant placé entre deux globes, l'un de soufre & l'autre de verre actuellement frottés, il doit arriver nécessairement que l'émission de la matière électrique étant très-forte dans le verre & l'absorption de la même matière très-forte dans le soufre, il s'établira dans le conducteur un courant très-vif, qui débouchera vers le globe de soufre par une aigrette brillante; & qu'au contraire le globe de soufre chassant la matière bien plus mollement, & celui de verre la recevant de son côté avec moins de facilité, le courant qui s'établira dans

le conducteur du globe de soufre au globe de verre , fera plus foible , & débouchera du côté de ce dernier sous la forme d'une petite aigrette ou d'un point lumineux.

Par la même raison , si on présente au corps électrisé par le verre la main ou quelque corps pointu non isolé , la matière électrique en sortira en petite quantité & avec une vitesse médiocre pour se rendre au verre , & elle ne formera au bout du doigt ou de la pointe qu'une aigrette courte ou un point lumineux , tandis que les mêmes corps produiroient de belles aigrettes si on les présentait à des corps animés de l'électricité du soufre , qui tire & absorbe cette matière avec bien plus de facilité qu'il ne la pousse.

On expliquera de la même manière comment le couffin isolé , qui frotte un globe de verre , ne donne que des points lumineux , parce que l'endroit du verre par lequel il le touche ayant ses pores continuellement gênés par le frottement , il ne peut rendre au couffin la matière électrique avec autant de vivacité qu'il l'en reçoit ; & cette explication est d'autant plus naturelle , que , de l'aveu de tous les Physiciens électrisans , la partie

du globe qui donne des marques de la plus vive électricité , est celle qui se trouve quelques ponces au-dessus de l'endroit qui reçoit le frottement.

Ces phénomènes de l'aigrette & du point lumineux, que les partisans des deux électricités regardent comme en étant les marques les plus distinctives , ne sont donc , suivant cette explication de M. l'abbé Nollet, que des marques d'une électricité plus forte ou moins forte, ou, pour parler plus juste, elles ne prouvent rien autre chose, sinon que le corps qui produit les aigrettes a son courant de matière affluente plus vif que celui de la matière effluente ; & qu'au contraire celui qui ne donne que des points lumineux, a le courant de matière affluente, ou qui y entre, plus vif que celui de la matière effluente, ou qui en sort.

Mais que fera-ce si ces caractères si distinctifs des deux électricités se trouvent successivement à la même partie d'un corps toujours animé de l'électricité de la même espèce ? c'est cependant ce qui arrive presque toujours dans l'expérience de Leyde, si la bouteille est garnie en dehors de quelque feuille de métal, & que cette garniture ait quelque

partie détachée & saillante. Dès que l'on commence à l'électrifier, il sort de ces parties saillantes des aigrettes lumineuses ; & si dans cet état on leur présente une pointe de métal, il ne paroîtra au bout de cette pointe qu'un point lumineux ; mais si on continue d'électrifier, alors il part du crochet de la bouteille une belle aigrette, & de ce moment les parties saillantes de la garniture ne donnent plus que des points lumineux ; tandis que les pointes qu'on leur présente donnent de belles aigrettes. Comment concevoir que dans cette expérience le même corps, toujours électrisé de la même manière, reçoive successivement deux électricités différentes ? n'est-il pas bien plus simple de dire que d'abord la matière venue du globe par le conducteur se répand dans la bouteille & se tamise dans son épaisseur pour produire des aigrettes, tandis que les affluences, qui ont peine d'abord à se frayer une route dans les pores de la bouteille, qui ne sont point mis en vibration par le frottement, sont encore foibles ; mais à la fin les affluences se fortifient & les effluences du globe diminuent ; alors ces dernières cessent de donner aux parties saillantes de la bouteille des

aigrettes lumineuses, & les pointes qu'on y présente trouvant la route plus facile, y versent la leur avec plus d'abondance & font paroître à leur tour des aigrettes : & cette explication est d'autant plus naturelle, que cet effet n'arrive jamais plus sûrement que lorsque la bouteille est soutenue par la main d'un homme ou sur quelque support capable de lui fournir de la matière électrique.

Il n'est donc pas prudent de se presser de conclure des aigrettes & des points lumineux, quelle est la nature de l'électricité qui anime le corps qu'on examine, puisque la même électricité peut faire paroître les uns & les autres. Ces phénomènes dépendent, selon M. l'abbé Nollet, de la proportion qui se trouve entre les affluences & les effluences, & cette proportion peut varier par le chaud, par le froid, par le sec, par l'humide, &c. en un mot par tout ce qui peut intéresser l'état actuel du ressort des pores du corps frotté : M. l'abbé Nollet s'en est assuré, en rendant le frottement égal, autant qu'il pouvoit l'être, au moyen d'un couffin formé d'un même nombre de rondelles de papier doré, soutenues par un levier qui étoit excité à presser contre le globe

par l'action d'un poids attaché à son autre extrémité. Cette pression , qu'on pouvoit , au moyen de cet appareil , rendre uniforme & égale , ou en telle proportion qu'on vouloit , sur différens globes , n'a jamais produit des effets constans , & M. l'abbé Nollet y a observé tant de variations accidentelles , que c'est presque sûrement perdre son temps que de tenter d'arriver à une précision scrupuleuse dans ces sortes d'effets.

M. l'abbé Nollet avoit souvent remarqué que les globes de soufre étoient très-sujets à éclater quand on les électrisoit : pour se mettre à couvert de cet inconvénient , il a fait réflexion que dans un globe qu'on électrisoit il n'y avoit guère qu'une zone d'environ quatre doigts qu'on frottât , & que le reste ne servoit que de support à cette zone , il a donc supprimé tout ce reste & formé une espèce de large bobine ou d'épaisse poulie , qui a autant de diamètre que le globe , & dont il remplit la gorge , qui doit avoir au moins quatre pouces de large , avec du soufre fondu , qu'il unit ensuite , d'abord avec un fer chaud , puis sur le tour ; par ce moyen il s'est procuré des instrumens bien ronds , bien centrés ,

légers & qui ne sont pas sujets à éclater comme les globes.

Il ajoute à cette méthode la description d'un support propre à placer commodément une loupe pour examiner la direction des rayons de ces petites aigrettes , qu'on appelle *points lumineux*. Quoique ces instrumens ne soient pas des preuves en faveur de l'opinion de M. l'abbé Nollet , ils servent à mieux faire les expériences qui les fournissent : c'est peut-être une des manières les plus utiles de servir la Physique que de lui donner les moyens de mieux voir & de mieux opérer.

SUR DES OS ET DES DENTS

D'une grandeur extraordinaire.

L'ACADÉMIE a rendu compte au Public en 1727 (1) de très-gros ossemens fossiles trouvés en Sibérie , & que la comparaison qui en fut faite avec des pièces semblables du cabinet de feu M. Sloane , firent reconnoître pour de véritables os d'éléphant. Voici encore un travail de la même espèce.

(1) Voyez *Histoire* 1727.

M. de l'Isle , de cette Académie , avoit rapporté de Sibérie plusieurs os qui y avoient été tirés de terre , entr'autres un très-grand fémur qui étoit dans un Monastère de la ville de Casan , où on le regardoit comme l'os d'un Saint ; car les Sibériens , qui n'ont jamais vu d'éléphans chez eux , n'avoient garde de soupçonner que cet os eût pu appartenir à un de ces animaux , & avoient mieux aimé supposer que ç'avoit été celui d'un géant humain , auquel ils avoient attribué une sainteté peu ordinaire à ceux que les Poëtes & les faiseurs de Romans ont supposé être de cette espèce.

Ce fémur ayant été apporté au Cabinet du Roi , M. Daubenton l'a comparé à un os semblable trouvé en Canada ; & quoiqu'il manquât au fémur de Sibérie , toute une épiphyse , en comparant cet os avec d'autres de même espèce & bien entiers , M. Daubenton a pu évaluer , relativement à ce qui restoit de l'os , la grandeur de l'épiphyse emportée , & par conséquent celle que l'os entier avoit dû avoir , qu'il a trouvée de trois pieds cinq pouces.

Le fémur de Sibérie & celui de Canada ayant été comparés par M. Daubenton , au fémur de l'éléphant mort

à la Ménagerie du Roi, dont le squelette entier est au Cabinet, il ne s'y trouva aucune différence de figure, mais il y en avoit une considérable pour la grosseur. Si on fait attention cependant à la différence que l'âge & le sexe doivent mettre dans la longueur & la grosseur des os des animaux de même espèce, on ne sera plus étonné de celle qui se trouve entre les os fossiles & ceux du squelette de l'éléphant de la Ménagerie : ce dernier étoit encore au-dessous de sa jeunesse quand il est mort ; d'ailleurs si on juge de la grandeur des éléphants auxquels avoient appartenu les os fossiles de Sibérie & de Canada, par la proportion de la grandeur de l'humérus de l'éléphant de la Ménagerie avec la grandeur qu'il avoit de son vivant, on en conclura que ces animaux n'auroient pas eu tout-à-fait neuf pieds de haut ; ce qui est bien au-dessous de la grande taille de ces animaux, parmi lesquels il s'en trouve de quatorze ou quinze pieds de hauteur.

Il n'est pas rare de trouver en Sibérie de ces gros os fossiles d'éléphant ; M. de l'Isle avoit rapporté, outre le fémur dont nous venons de parler, plusieurs grands fragmens d'un autre fémur, une partie
des

des os d'une tête, quatre dents molaires, cinq défenses & un humérus , qui tous ont été reconnus pour avoir appartenu à des éléphants; & à en juger par la grandeur des os de la tête, l'éléphant duquel elle a fait partie, devoit avoir environ dix pieds de haut. La plus grande des défenses que M. de l'Isle a apportées, seroit peut-être assez grande pour douter qu'elle eût été celle d'un éléphant; mais M. Daubenton s'est assuré, par la comparaison qu'il en a faite avec d'autres défenses d'éléphant, bien connues pour telles, qu'elle en étoit une; &, ce qui est assez singulier, c'est que cet ivoire, quoique fossile & peut-être enterré depuis un très-grand nombre de siècles, est d'assez bonne qualité pour être employé aux mêmes ouvrages auxquels on emploie le morfile ou ivoire ordinaire.

Les pays septentrionaux ne sont pas les seuls où l'on trouve des os fossiles d'éléphant, il s'en rencontre en bien d'autres contrées qui n'ont pas plus d'éléphants, & même en France; on trouva en 1743, une omoplate d'éléphant enfouie dans une forêt entre Chalon & Tournus: on a trouvé en Brie, au village de Gierard près de

Hist. 1762. Tome I.

C

Crécy , des dents d'éléphants enfouies dans le sable à plus de dix pieds de profondeur. M. de Paymorin a envoyé de Toulouse des morceaux considérables de défenses d'éléphant ; trouvées sous terre à deux pieds de profondeur , mais celles-ci étoient absolument décomposées & converties en une substance boilaire , qui ne conservoit plus que la figure extérieure des défenses & le grain de l'ivoire.

Le fémur dont nous avons parlé , qui a été apporté de Canada , prouve bien qu'il se trouve des éléphants dans le nord de l'Amérique , mais la circonstance de la découverte de cet os le prouve encore davantage. M. le baron de Longueuil étant campé , en 1739 , à l'embouchure de l'Oyo dans le Mississipi , on lui apporta quelques os de très-gros animaux , trouvés sur le bord d'un marais , parmi lesquels il y avoit plusieurs défenses d'éléphant , dont une , qui fut apportée à Paris , étoit extrêmement altérée ; il s'y trouvoit encore plusieurs dents molaires , qui furent remises au Cabinet du Roi : la plus grosse a quatre pouces cinq lignes de longueur sur trois pouces cinq lignes de largeur & trois pouces trois lignes de hauteur ; mais quoique cette dent ait dû

appartenir à un très-gros animal , cet animal n'est sûrement pas un éléphant ; elle n'est point composée de couches successives d'os & d'émail comme le sont les dents de cet animal : tout son émail est à l'extérieur & renferme une matière osseuse , comme les dents des autres animaux. Auquel donc des grands animaux connus attribuer la dent en question ? M. Daubenton s'est assuré , par l'exacte comparaison qu'il en a faite , que cette dent avoit appartenu à un hippopotame : il n'est pas plus étonnant qu'un squelette d'hippopotame se soit trouvé en Canada proche d'un squelette d'éléphant , que d'y avoir trouvé ce dernier ; & l'extrême grosseur de cette dent , qui excède de beaucoup celle des têtes de cet animal conservées au Jardin du Roi , ne doit en aucune manière empêcher de les lui attribuer ; celles-ci ne sont pas , à beaucoup près , des plus grosses. Zerenghi , cité par M. Daubenton , a vu en Égypte un hippopotame , dont la grandeur égaloit , ou même excédoit un peu celle de l'animal de cette espèce auquel ont appartenu les dents trouvées en Canada.

Aux recherches que M. Daubenton a faites à l'occasion des os dont nous

venons de parler, il a joint celles qui ont eu pour objet un très-grand os trouvé au Garde-meuble de la Couronne, & qui avoit fait partie d'un Cabinet que Gaston de France, frère de Louis XIII, avoit formé à Blois il y a environ un siècle : on le regardoit comme l'os d'un géant, & effectivement il avoit, au premier coup-d'œil, toute l'apparence de l'os de la jambe d'un homme de taille gigantesque ; mais l'examen qu'en fit M. Daubenton, lui eut bien-tôt fait connoître que cet os n'étoit point celui d'un cadavre humain, & il ne fut plus question que de savoir auquel des grands animaux connus il pourroit avoir appartenu.

L'examen exact fit d'abord reconnoître cet os pour avoir été le rayon de l'avant-bras d'un très-grand animal, & la comparaison qui en fut faite avec les avant-bras des animaux solipèdes & à pieds fourchus, fit voir qu'il avoit les caractères qui pouvoient appartenir à l'os d'un animal de cette dernière espèce ou à pied fourchu, & cependant aussi quelque rapport avec les solipèdes ; mais son extrême grandeur éloigne toute probabilité qu'il ait pu appartenir à aucun de ceux de cette dernière classe

qu'on connoît. Reste donc à chercher l'animal en question parmi ceux qui ont le pied fourchu ; la grandeur & la conformation de cet os ne permettent pas de l'attribuer au cochon , au buffle , au bœuf , au béliet , au bouc , aux gazelles , au daim , ni au chevreuil , & il porte une marque distinctive qu'il n'appartient ni au chameau , ni au dromadaire : on ne voit point qu'il ait été adhérent à l'os du coude , comme le rayon l'est dans ces animaux. Il ne reste donc plus parmi les animaux connus que la giraffe ou *camelopardalis* auquel on le puisse attribuer.

Cet animal vit en Afrique , & particulièrement en Éthiopie ; il a le pied fourchu , il a des cornes , huit dents incisives dans la mâchoire inférieure , sans qu'il s'en trouve aucune dans la supérieure ; il peut porter sa tête jusqu'à la hauteur de seize pieds , & son cou en a sept de longueur ; ainsi sa hauteur n'est pas fort différente de celle de dix pieds , que M. Daubenton trouve qu'auroit dû avoir un chameau , pour que l'os en question lui eût appartenu ; & ce qui rend encore plus probable que cet os ait été le rayon d'une giraffe , c'est que cet animal a les jambes de devant beau-

coup plus longues que celles de derrière; que, selon Ludolf, un homme de stature ordinaire ne lui va qu'au genou, & qu'un cavalier peut passer tout à cheval sous son ventre sans y toucher de la tête. En effet, si on prend les dimensions de la giraffe d'après le rayon qui est au Jardin du Roi, il se trouve qu'en donnant deux pieds & demi d'épaisseur au corps de cet animal, qu'on fait être assez mince à proportion de sa taille, tout ce qu'en a dit Ludolf se trouve exactement conforme à la vérité. Il seroit certainement encore plus sûr de comparer cet os au squelette même d'une giraffe, si on en avoit un; mais cette ressource manquant, il est certain que les preuves de M. Daubenton ne pouvoient être plus complètes, & qu'il est bien plus naturel d'attribuer l'os en question à la giraffe qu'à des géans ou à des animaux inconnus, dont l'existence n'est fondée sur aucune preuve. La Physique & l'Histoire Naturelle offrent assez de merveilles réelles pour pouvoir se passer de celles qui ne sont qu'imaginaires.



SUR L'OCRE.

VOICI encore une de ces matières, sur la nature desquelles on dispute encore, malgré l'usage journalier qu'on en fait. L'ocre se tire dans plusieurs endroits du Royaume ; elle est entre les mains de tout le monde, & cependant on ignore encore à quelle espèce de terre ou de substance on la doit rapporter : M. Guettard a entrepris de lever cette incertitude ; & pour le faire avec succès, non-seulement il s'est procuré des descriptions de plusieurs ocrières, mais encore il a voulu examiner par lui-même celle qui se trouve près de Donzy en Nivernois, pour y voir l'ocre dans sa mine même, & être plus en état de décider à quel genre de substance elle appartenait, & il a eu le plaisir de voir que dans toutes les ocrières dont on lui a envoyé les descriptions, l'arrangement des substances qui précèdent ou suivent l'ocre, étoit, à très-peu de chose près, semblable, & que par conséquent l'opération de la Nature dans la production de l'ocre étoit assez constamment la même : Nous allons suivre celle qu'il a examinée lui-même.

C 4

Les puits qu'on fait à l'ocrière de Bitry proche Donzy en Nivernois , sont carrés, ou. au moins rectangulaires , & leur profondeur varie suivant le lieu où se trouve cette ouverture, si c'est sur une petite montagne, ils sont plus creux ; si c'est au fond d'une vallée , ils le sont moins ; ceux de Bitry n'ont guère que vingt-huit ou trente pieds de profondeur. L'ocre est communément précédée de trois lits ou bancs de terre , qu'il faut percer pour arriver jusqu'à elle ; le premier est celui qui fait le fond du terrain , dont l'épaisseur est plus ou moins grande, selon l'endroit où il est situé : à Bitry il n'a guère plus d'un pied ou deux d'épaisseur : au-dessous se trouve une glaise blanche , ou plutôt d'un gris-cendré , ou quelquefois d'un bleuâtre tirant sur le noir. Cette glaise peut être employée à la poterie ; ce banc de glaise peut avoir huit ou dix pieds d'épaisseur : au-dessous est une autre espèce de glaise ou terre rouge , dont l'épaisseur est un peu moindre que celle du banc précédent ; celle-ci est suivie d'un lit d'une espèce de grais jaunâtre , composé de deux ou trois couches d'environ chacune un pouce d'épaisseur : c'est immédiatement sous ce lit que se rencontre l'ocre ; le banc en est

le plus épais de tous, puisqu'il tient à lui seul plus du tiers des trente pieds de profondeur qu'ont les puits de Bitry ; il est posé sur un banc de sable dont on ignore l'épaisseur , les ouvriers ne le creusant ordinairement que de la hauteur d'un homme , pour y creuser à droite & à gauche des chambres , dont le banc d'ocre forme le plafond , & la faire tomber dans ces chambres au moyen de coins de bois de plus d'un pied de long , qu'ils y enfoncent pour en détacher des quartiers considérables : ces gros morceaux se nomment l'*ocre en quartiers* , & les moindres morceaux s'appellent *le menu*. On enlève les uns & les autres sur le sol où est percé le trou , & là on les dépouille soigneusement des glaises qui y peuvent être restées adhérentes , & ensuite on les met en tas ou meules à peu près coniques ; on porte ensuite l'ocre , pour la dessécher , sous des halles , qui en la mettant à couvert de la pluie , la laissent exposée à toute l'action de l'air ; & lorsqu'elle a subi cette préparation , on la met dans de vieux tonneaux à vin , & elle est en état d'être vendue.

Nous avons dit qu'on ignoroit l'épaisseur du banc de sable qui se trouve au-

38 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

deffous de l'ocre , & cela est effectivement vrai à Bitry : l'ocrière y est placée dans le fond d'un vallon , & les eaux qui y séjournent ôtent assez la fermeté au terrain pour que les ouvriers ne puissent fouiller ni fort avant ni fort profondément , sans s'exposer à être enfévelis sous les éboulemens qui s'y feroient infailliblement : mais dans une ocrière différemment placée , que M. le Monnier le Médecin a vue (1), les ouvriers l'ont assuré qu'on trouvoit les bancs d'ocre & de sable placés alternativement les uns sur les autres.

On ne trouve dans aucune des ocrières , dont parle M. Guettard , que de l'ocre jaune , la rouge est l'ouvrage de l'art ; & c'est en calcinant fortement l'ocre jaune qu'on lui donne cette couleur. On la place pour cet effet , dans un fourneau semblable à celui des Tuiliers , observant d'y arranger les quartiers d'ocre de manière qu'ils laissent entr'eux un libre passage à la flamme du bois qu'on allume deffous dans le foyer du fourneau : le feu doit durer trois jours , modéré dans les deux premiers , mais assez

(1) *Voy. Mérid. de France par M. Cassini de Thury*, page 118.

vif le troisieme. Si on tiroit l'ocre plus tôt, elle ne feroit pas rouge, mais d'un brun roussâtre & beaucoup plus dure qu'elle ne doit l'être naturellement. Telles sont à peu près les observations sur l'ocre que M. Guettard rapporte dans son Mémoire : essayons présentement de reconnoître quelle peut être la nature de ce fossile.

Le sentiment de Théophraste, qui est peut-être de tous les Anciens celui qui a le mieux écrit sur cette matière, est que l'ocre est une terre argilleuse ; il en reconnoît de deux sortes, l'une jaune & l'autre rouge, & celle-ci, selon lui, est naturelle ou factice, & cette dernière ne doit sa couleur qu'à la calcination artificielle, au lieu que la naturelle la reçoit de l'action des feux souterrains, à laquelle Théophraste dit que l'ocre jaune, comme la rouge, ont été soumises ; mais ce dernier article ne peut être admis ; la position de l'ocre & des différentes matières qui l'accompagnent dans les ocrières, est trop régulière, pour pouvoir être l'ouvrage d'un volcan : elle annonçeroit plutôt un dépôt formé par alluvion, & de plus le gravier qui se trouve au-dessous de l'ocre ressemble beaucoup plus au gravier

60 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

de la mer ou des rivières qu'à des débris de matières brûlées , dont le caractère est toujours aisé à reconnoître.

Dioscoride , Gallien , Vitruve , Pline même , n'ont parlé de l'ocre que comme d'une matière propre à la Médecine ou à la Peinture ; & n'ont rien dit sur sa nature , non plus que leurs Commentateurs : ce n'est guère que depuis qu'on a commencé à vouloir classer & arranger systématiquement les différentes substances qu'offre l'étude de l'Histoire naturelle , qu'on a fait quelques recherches sur la nature de l'ocre & qu'on l'a soumise à l'examen chimique. Il nous a appris que l'ocre contenoit une très-grande quantité de fer ; & que lorsqu'on y joignoit des matières capables de fournir du phlogistique , elle se convertissoit presque entièrement en ce métal. D'après cette observation , quelques-uns l'ont rangée avec les mines de fer ; d'autres la regardent comme une glaise ferrugineuse ; d'autres la placent au rang des argiles & accordent le nom d'ocre à toutes les terres friables , douces au toucher & qui se dissolvent facilement dans l'eau ; ils les partagent en ocres vitrifiables & ocres calcaires.

Quoique ces derniers multiplient inf-

niment les ocre, ce ne seroit cependant pas un grand inconvénient sans la confusion & l'incertitude qu'ils laissent sur le caractère distinctif de l'ocre. M. Guettard pense que la comparaison avec l'ocre proprement dite, doit être la véritable pierre de touche qui fasse reconnoître les substances qui doivent être rangées dans la même classe. Or, les qualités de l'ocre sont d'être douces au toucher, de s'attacher à la langue, de se durcir au feu, d'y devenir un mauvais verre si on la pousse jusqu'à un certain point, de contenir des parties ferrugineuses & de se convertir en fer si on la joint à du phlogistique, enfin de n'être point dissoluble dans les acides & de l'être dans l'eau commune.

C'est à ces caractères qu'on doit reconnoître les terres qui sont véritablement des ocre ou celles qui approchent de la nature de ce fossile, & c'est en vertu de cet examen que M. Guettard rejette de cette classe des substances, qu'on y avoit mises, selon lui, assez mal à propos, comme le giallolino de Naples, qui n'a rien de commun avec l'ocre que la couleur, le fel de Syrie, l'almastra des Modernes, le bol de Venise, la terre de Sinope, la terre d'Ombre, celle de

Cologne , la pierre d'Arménie , l'*ampelite* ou pierre noire , l'ocre de rue & plusieurs autres substances de cette espèce ; en un mot il ne met au nombre des ocres que les glaises qui ont les caractères que nous avons rapportés.

Celle de toutes les substances rangées parmi les ocres , qui paroît à M. Guettard en être la plus éloignée , est l'*ampelite* ou pierre noire ; rien n'y ressemble moins , & M. Guettard pense , avec Mrs Wallérius & Linnæus , devoir la mettre au rang des schistes ou fausses ardoises. Les bancs de cette pierre sont en effet inclinés comme les schistes ; comme eux elle se lève par feuillets : enfin elle paroît être une ardoise , ou imparfaite ou décomposée. Ce que les carrières de cette pierre offrent de plus singulier , c'est une poussière sulfureuse , d'abord noire , ensuite jaunâtre & enfin très-blanche , qui s'amasse sur la surface des lits de cette pierre , lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air , & que plusieurs , probablement à cause de sa blancheur , ont pris pour du nitre. Quoique M. Guettard se soit bien assuré que cette poussière n'est que du soufre , l'*ampelite* cependant pourroit contenir du nitre ; M. Guettard en ayant pulvérisé ,

quelques morceaux , les a mis sur le feu dans une cuiller de fer , mêlés avec de la poudre de charbon , & ils ont détonné au bout de quelques minutes : cette détonation cependant seroit peut-être moins dûe à du nitre préexistant dans la pierre noire , qu'à quelque nouvelle combinaison qui se seroit faite au moyen du feu , & cela d'autant plus que l'*ampelite* , selon M. Wallérius , contient beaucoup d'alun.

Puisque l'ocre est une véritable glaise colorée , qui peut être , & qui est réellement employée avec succès dans la Peinture , pourquoi ne rechercheroit-on pas avec attention celles qui seroient dans le même cas & qui peut-être recevraient de l'action du feu des couleurs solides & agréables ? on en a déjà trouvé qui donnoient une assez belle couleur de gris-de-lia : nous en tirons plusieurs de l'Étranger , & des recherches mieux suivies nous en pourroient faire découvrir en France qui les égaleroient ou en tiendroient lieu ; ce seroit alors un fruit du travail de M. Guettard sur cette matière. Les recherches Physiques bien entendues mènent presque toujours à quelque objet d'une utilité réelle.

OBSERVATIONS

DE PHISIQUE GÉNÉRALE.

I.

EN ouvrant une sablière pour les chemins , à près d'une lieue au-delà de Compiègne , à gauche de la grande route & sur un terrain élevé de près de quatre-vingts pieds au-dessus du niveau de la rivière d'Oise , qui passe à environ cent cinquante toises à droite de la même route , on trouva un banc d'huîtres fossiles de deux pieds au plus d'épaisseur , assis sur un sable très-fin & pareil à celui dont ces huîtres sont remplies , & recouvert d'environ un pied de terre labourable : ces huîtres sont assez entières ; elles sont toutes placées parallèlement à la surface du terrain , qui est un peu incliné. On trouve au même endroit quelques autres coquillages , mais en petite quantité. La sablière n'a été ouverte que sur à peu-près dix toises de longueur , mais il y a tout lieu de présumer que le banc d'huîtres , dont on ne voit point la fin , règne dans une grande étendue de terrain. Ces huîtres , dont

plusieurs ont été envoyées à l'Académie par M. Peronnet, premier Ingénieur des ponts & chaussées du Royaume, auquel elle doit cette observation, ne paroissent point avoir été ouvertes, & par conséquent on ne peut attribuer cet amas aux coquilles d'huîtres provenant de celles qu'on auroit pu manger dans quelque grande ville, qu'on pourroit supposer avoir été près de cet endroit : elles sont rangées trop régulièrement pour ne pas avoir été placées tranquillement dans cet ordre. Tous ces caractères concourent à prouver que la mer a autrefois couvert ce terrain & les y a déposées. On ne peut assigner l'époque de cet événement, mais au moins est-il sûr que la mer est venue jusques-là : ce monument n'est pas le seul qui prouve qu'elle a couvert la plus grande partie de notre globe.

II.

Le lundi 11 Janvier 1762, au château de la Mormaire, situé à une demi-lieue à l'ouest de Montfort-l'Amaury & appartenant à l'Historien de l'Académie, on ressentit un vent très-violent, qui augmenta beaucoup vers le soir : sur les onze heures il devint si terrible qu'il

enleva une partie des tuiles & des ardoises de la couverture, & qu'il étoit impossible à ceux qui s'y trouvoient alors, dans un salon très-bien fermé, de s'entendre parler ; on n'entendoit pas même le bruit du tonnerre, qu'on jugea devoir être assez fort, puisque les éclairs se faisoient appercevoir, malgré les volets ; cette tempête dura dans la même force jusqu'à une heure & demie : alors la dame du lieu, à qui l'Académie doit cette relation & qui n'avoit pu s'endormir, entendit trois coups sourds, quoique très-forts, qu'elle compare à trois coups de bélier qu'on auroit donnés pour abattre le château dans une de ses faces tournées au sud-est. Immédiatement après elle entendit un très-grand bruit étranger au vent, qui fut suivi d'un calme d'environ un quart d'heure, pendant lequel le ciel étoit sans aucun nuage depuis l'ouest jusqu'au nord ; mais au moment que ce calme commença, elle sentit son lit comme s'avancer dans la chambre, c'est-à-dire dans la direction de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest : une seconde après elle sentit le même mouvement, & immédiatement après un troisième, mais bien plus fort que les précédens, toute la charpente du château

craqua & il se fit dans une chambre voisine trois lézardes au plafond ; une personne couchée dans une autre pièce, mais dont le lit étoit placé dans une direction perpendiculaire à celle du mouvement, crut être renversée de son lit. Après ces secousses, la tempête reprit avec la même violence & dura jusqu'au matin. Plusieurs habitans, dont les maisons étoient environ à un quart de lieue, dans la direction des secousses, les ressentirent, & deux enfans, l'un de onze ans & l'autre de neuf, crurent être jettés dans la cour, ce qui est précisément la même direction qui avoit été observée au château. Il paroît que ce tremblement ne s'est pas fait sentir dans une grande étendue, mais il a été très-sensible dans tout ce canton, & les secousses bien marquées par toutes les circonstances dans le sens de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest.

I I I.

Le 6 Août 1762, le sieur Haller, Coutelier à Strasbourg, étant occupé depuis un quart d'heure à repasser sur la meule de grès des forces d'environ un pied de long, & couché sur le ventre ; comme le font ordinairement les

Couteliers pour cette opération, sur une planche inclinée, distante de la meule d'environ quinze pouces, cette meule, à peu-près du poids de quarante-cinq livres, éclata avec un bruit terrible, qui effraya tous ceux qui étoient dans sa boutique & même dans le voisinage.

Le sieur Haller fut enlevé avec la planche sur laquelle il étoit couché, & porté à cinq pieds de distance de la machine; le coup l'étourdit au point de lui faire perdre connoissance & le blessa aux lèvres & au menton; il fut porté dans son lit sans l'avoir reprise, & les Chirurgiens qui furent appelés le secoururent par des saignées du bras & du pied, & par des eaux spiritueuses; il revint à lui & saigna copieusement du nez, par une suite de la violente commotion qu'il avoit éprouvée; elle avoit étoit si forte qu'il ne se souvenoit d'aucune autre circonstance de son accident que d'un très-grand bruit qu'il avoit entendu; il n'avoit, lorsqu'il reprit ses sens, aucun bruissement dans les oreilles.

Au quatrième jour de son accident, M. Morand le père, qui se trouva pour lors à Strasbourg, en ayant entendu parler, se transporta chez lui, il le

trouva dans une espèce d'étonnement de toute la machine, ayant une petite plaie transversale au menton & deux autres au dedans de la lèvre inférieure, faites sans doute par quelqu'un des éclats de la meule, la contusion avoit occasionné à l'une de ces plaies un peu de pourriture.

M. Morand questionna beaucoup la malade & les assistans sur les circonstances du fait, & voicice qu'il en apprit : l'explosion avoit été si violente qu'une des voisines étoit accourue à la boutique, croyant que la maison étoit tombée ; la meule s'étoit partagée en plusieurs morceaux, dont les deux plus gros, qui furent présentés à M. Morand, pesoient ensemble environ quinze livres, & ne faisoient guère que le tiers de la meule, le reste des fragmens gros & menus étoit rassemblé en un tas dans la rue.

Quelques-uns de ces fragmens qui avoient été lancés du côté de la fenêtre avoient brisé un panneau de douze carreaux de verre, qui venoit d'être raccommodé ; d'autres fragmens avoient été portés dans la rue à plus de six pieds de distance ; d'autres enfin, avoient été arrêtés dans des mottes de beurre, exposées en vente sur une planche attachée à l'appui de la fenêtre.

L'examen que fit M. Morand des gros morceaux de la meule , ne lui offrit qu'un grès ordinaire ; elle avoit vingt-deux pouces de diamètre , elle étoit neuve , le sieur Haller s'en étoit servi pour la première fois la veille , pour en unir la circonférence , & l'avoit laissée toute montée près de la moitié trempant dans l'eau ; elle avoit jetté quelques étincelles pendant le quart d'heure qui précéda l'explosion ; mais dans le moment même elle n'en jetta aucune , & les Couteliers assurent que ces meules ne s'échauffent jamais.

L'accident arrivé au sieur Haller n'est pas aussi rare qu'il seroit à souhaiter qu'il le fût , c'étoit la cinquième fois qu'il l'éprouvoit ; mais celle-ci avoit été la plus forte. Les Couteliers de Paris , auxquels M. Morand en parla à son retour , n'en furent nullement surpris : un d'eux lui raconta qu'en 1733 sa meule se brisa & renversa par terre l'ouvrier qui étoit sur la planche , & qu'un des fragmens fut lancé avec tant de violence , qu'il alla détacher un platras du mur de la maison qui étoit vis-à-vis , quoique la rue soit assez large pour que deux voitures y puissent passer facilement ; il ajouta qu'un de ses confrères avoit eu

le nez emporté par une pareille aventure , & qu'enfin le fils d'un fameux Coutelier de Paris avoit été tué par une semblable explosion.

Un accident peu rare & si dangereux mérite bien qu'on cherche à en découvrir les causes & à y remédier , s'il est possible ; c'est aussi ce qu'a fait M. Morand , & voici le précis de ses observations & de ses réflexions.

L'ouverture des meules, qu'on nomme *l'ail* , & par laquelle passe l'axe de fer qui les soutient , est ronde , & l'axe est carré ; on l'affujettit dans cette ouverture par des coins de bois qu'on y chasse pour le maintenir & le placer précisément au milieu : on monte ensuite la meule sur son support , & on ajoute à l'axe une poulie de bois , dont la gorge peut avoir cinq à six pouces de diamètre ; c'est sur cette poulie que passe une corde sans fin qui se rend sur la circonférence d'une roue de deux pieds & demi ou trois pieds de rayon , par le moyen de laquelle & de la manivelle qui y est attachée , on donne à la meule un mouvement d'autant plus rapide que la roue est plus grande que la poulie.

Il n'est pas difficile de voir , d'après cet exposé , que plusieurs causes peuvent

concourir à l'accident dont nous venons de parler.

Il se peut faire que la pièce de grès dont on a fait la meule, soit trop tendre, qu'elle ait même intérieurement quelques fils dont on ne se soit pas apperçu, elle peut n'être pas parfaitement arrondie, soit par la négligence de l'ouvrier, soit parce qu'il se sera trouvé à sa circonférence quelque partie plus dure que le reste, qui aura résisté à l'outil avec lequel on l'arrondissoit; dans tous ces cas, il arrivera infailliblement que la meule éclatera en tournant; & pour s'en convaincre, il ne faut que considérer l'extrême vitesse, & par conséquent l'énorme force centrifuge qu'elle reçoit de la roue.

Dans la supposition d'une roue de cinq pieds, qui est le cas ordinaire, & d'une poulie de six pouces fixée à l'arbre de la meule, celle-ci fait dix tours pendant l'espace de deux secondes, que la roue emploie communément à faire un tour, lorsque le tourneur la mène raisonnablement & sans se presser; or, comme une meule a communément vingt-deux pouces de diamètre, un point de sa circonférence décrit à chaque tour un cercle d'environ soixante-huit
pouces,

pouces , c'est-à-dire , qu'en une seconde il parcourt trois cents quarante pouces ou vingt-huit pieds quatre pouces , vitesse au moins égale à celle d'une pierre lancée par une fronde ; il n'est donc pas étonnant que , pour peu que la meule soit trop tendre , qu'elle ait quelque fêlure ou quelque défaut de rondeur qui puisse occasionner un choc , elle se fende & parte en éclats.

Non-seulement une meule imparfaite peut être exposée à cet accident , mais celles même qui seroient le mieux choisies peuvent y devenir sujettes ; nous avons dit que pour affujettir l'arbre carré de la meule dans le trou rond qui est à son centre , on se servoit de coins de bois , qu'on y faisoit entrer à force & à coups de marteau : or , si dans cette opération , on force un peu trop un des coins , ou si on a négligé d'abattre à la lime la vive-arrête du trou de la meule , on pourra occasionner une fêlure imperceptible , qui ne manquera pas de faire éclater la meule lorsqu'on la tournera avec la rapidité qu'on lui imprime ordinairement. Il faut encore moins que tout cela , si les coins de bois qu'on emploie sont secs , ils se renfleront infailliblement par l'eau dont la meule est

Hist. 1762. Tome I.

D

continuellement imbibée ; on fait que ce renflement est la puissance qu'on emploie dans les carrières pour séparer les meules de moulins ; il n'est donc pas étonnant qu'il puisse occasionner des fêlures à la meule la mieux choisie & la mieux montée, & l'expose, par ce moyen, à éclater par l'effet de la rotation rapide. Le mieux seroit peut-être de choisir des meules d'un grès plus épais & d'y ménager de part & d'autre, de la partie qui doit servir à aiguïser, deux retraites d'un moindre diamètre, sur chacune desquelles on feroit entrer une frette de fer qui se pourroit serrer avec des coins ou avec des vis ; ces frettes, plus basses que la circonférence de la meule, n'empêcheroient pas son usage, & elles mettroient les Couteliers à l'abri d'un accident toujours dangereux & quelquefois funeste.

On pourroit aussi diminuer la vitesse de la rotation, souvent inutile à la perfection de l'ouvrage, soit en recommandant à celui qui tourne la roue, de la mener tout doucement, soit en augmentant le diamètre de la poulie fixée à l'arbre de la meule, soit enfin en employant la méthode que le sieur Songy, Maître Coutelier à Paris, a

présentée à l'Académie & qui a mérité son approbation : cette méthode consiste à faire tourner lui-même sa roue , au moyen d'une pédale qu'il y a jointe ; par ce moyen l'ouvrier , couché à l'ordinaire sur la planche , peut , avec un de ses pieds , faire mouvoir sa roue & sa meule avec le degré de vitesse qui convient à l'ouvrage qu'il repasse , sans dépendre du caprice d'un agent étranger ; & quoique par ce moyen on ne puisse donner à la meule le même degré de vitesse que lui donneroit un homme appliqué à la roue , on en peut toujours donner autant qu'en exigent les ouvrages ordinaires de coutellerie , & on ne courroit pas risque d'être exposé à l'explosion des meules & aux accidens qui en résultent.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires.

Le second Mémoire de M. Guettard sur la Description minéralogique des environs de Paris.

Les deux Écrits du même sur la nature du terrain de la Pologne , & sur les minéraux qu'il renferme.

Et les Observations Botanico-météo-

D 2

76 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.
rologiques, faites à Denainvilliers près
Pluviers, par M. du Hamel.

A N A T O M I E.

Sur les yeux de quelques Poissons.

L'ANATOMIE comparée ou l'examen des parties semblables dans l'homme & dans les différens animaux, est un des plus utiles moyens qu'on puisse mettre en usage pour éclaircir une infinité de questions; souvent tel organe, dont il est presque impossible de connoître la construction dans une certaine espèce, se présente à découvert dans une autre, & plus souvent encore des usages qu'on croyoit pouvoir attribuer à différentes parties dans l'homme & dans quelques animaux, se trouvent absolument détruits par l'impossibilité de les attribuer à ces mêmes parties dans d'autres animaux.

C'est sous ce point de vue que M. Haller a envisagé les recherches qu'il a entreprises sur les yeux des Poissons, desquelles il a fait part à l'Académie, & il n'a point été trompé dans son attente: ses observations lui ont valu, outre une

connoissance exacte de cet organe , la décision de quelques points d'Anatomie très-intéressans & très-contestés. Nous allons essayer de donner une idée , non de tout son travail , mais de ce qu'il lui a offert de plus nouveau & de plus intéressant ; & pour mieux nous faire entendre , nous commencerons par remettre sous les yeux du Lecteur une courte description de l'œil & des différentes parties qu'il contient.

L'œil est en général une espèce de globe plus ou moins approchant de l'exacte sphéricité ; dans la plupart des animaux il est logé dans une cavité formée par les os de la tête , & qu'on nomme *orbite* , dans laquelle il peut se mouvoir par l'action de plusieurs muscles destinés à cet usage.

A la partie postérieure de ce globe est une espèce de queue ou pédicule assez considérable , qui , passant par une ouverture qui se trouve au fond de l'orbite , va se perdre & se confondre dans le cerveau ; ce pédicule est le nerf optique.

Ce nerf est recouvert de deux enveloppes , qui sont l'une & l'autre des productions des méninges ou membranes qui enveloppent le cerveau ; l'extérieure , qui tire son origine de la dure-

mère, forme, en s'épanouissant, l'enveloppe extérieure de l'œil, à laquelle, à cause de sa dureté, on a donné le nom de *sclérotique* (1). Cette membrane est opaque dans sa plus grande partie, mais au-devant de l'œil, elle prend une courbure un peu plus convexe, & devient aussi transparente que les plus belles lames de corne; aussi cette partie porte-t-elle le nom de *cornée transparente*, pour la distinguer du reste de la sclérotique que quelques-uns nomment *cornée opaque*.

Sous cette enveloppe on en trouve une seconde, qui n'est qu'une expansion de la première, & qu'on nomme *choroïde*, c'est-à-dire (2), *séparation* ou *enveloppe*; celle-ci s'applique exactement contre l'intérieur de la sclérotique, jusqu'à l'endroit où commence la cornée transparente; là, elle s'en sépare & traverse absolument le globe de l'œil, formant un plan qui sert de base à l'espace de calotte que forme la cornée transparente: ce plan porte le nom d'*uvée*, à cause de la couleur de sa partie interne, qui ressemble à celle d'une peau

(1) Σκληρής, *durus*.

(2) Χωρίζω, *separo*, *includo*.

de raisin noir ; c'est sur la partie antérieure qu'est placé ce cercle coloré qu'on nomme *iris*, & qui entoure l'ouverture de la prunelle. Derrière cette membrane, & à très-peu de distance, en est placée une autre qui se détache aussi de la choroïde & qu'on nomme *couronne ciliaire*, celle-ci embrasse & tient suspendu vis-à-vis la prunelle un corps transparent & presque lenticulaire, qu'on nomme *cristallin* ; enfin, la partie médullaire du nerf optique s'épanouit aussi, & forme une troisième membrane très-fine & comme muqueuse, qui tapisse sous la choroïde tout le fond de l'œil, & qu'on nomme *réfine*.

Toutes ces membranes partagent, comme l'on voit, l'œil en trois chambres ou cavités, l'antérieure, comprise entre la cornée transparente & l'iris, communicative, par l'ouverture de la prunelle, avec la seconde, comprise entre la même membrane de l'iris, la couronne ciliaire, & le cristallin ; ces deux chambres sont remplies d'une liqueur presque aussi claire & aussi fluide que de l'eau, & qu'on nomme, pour cette raison, *humour aqueuse*, la troisième chambre, qui n'a nulle communication avec les deux premières, est remplie d'une espèce de

gelée transparente, qu'on nomme *humour vitrée*. C'est par le moyen de cette admirable structure que les rayons de lumière, reçus par l'ouverture de la prunelle, vont faire, par les réfractions qu'ils éprouvent dans l'œil, une peinture exacte des objets extérieurs sur la rétine qui tapisse le fond de cet organe.

Telle est en général la description de l'œil; mais cette structure éprouve des variétés dans les différentes espèces, & ces variétés peuvent servir à éclaircir une infinité de points sur l'usage des différentes parties de cet organe. Nous allons rendre compte de celles que les observations de M. Haller lui ont fait observer dans les poissons.

Le nerf optique y est beaucoup plus considérable que dans les autres animaux, une grande partie des tubercules qui, dans les poissons, tiennent lieu de cerveau, semblent destinés à lui fournir sa partie médullaire; &, ce qui est bien digne de remarque, c'est que, malgré l'inégalité du nombre & la variété des figures de ces tubercules dans les différens poissons, les deux qui tiennent lieu de couches des nerfs optiques ont une structure constante dans tous les

poissons ; ils sont creux & contiennent un ventricule , comme dans les oiseaux , ressemblance singulière entre deux espèces si différentes , mais qui n'est cependant pas la seule & de laquelle nous aurons occasion de remarquer plus d'un exemple dans les observations de M. Haller. Ces nerfs ne s'unissent point , comme dans l'homme , sur la selle sphénoïdale , mais les couches dont ils partent le sont par des fibres transversales qui , apparemment , tiennent lieu de cette union : mais s'ils ne s'unissent pas dans leur trajet , le croisement qu'on ne fait que soupçonner dans l'homme , y est apparent , ils se croisent avant que d'entrer dans les orbites ; on voit évidemment que le nerf qui part de la couche droite , va se rendre à l'œil gauche , & celui qui part de la couche gauche à l'œil droit. Il est bon de remarquer que ce croisement est commun à tous les nerfs de toutes les espèces connues , où il est démontré par mille expériences , & que , quoiqu'on en ignore la raison , il paroît être nécessaire dans tout le système nerveux. Le nerf optique est assez simple dans les poissons , & sa substance médullaire y est partagée en espèces de faisceaux unis par une toile

cellulaire qui leur sert de gaine : cette substance médullaire sort en masse , quand on presse le nerf , & n'est point recouverte de cette espèce de membrane criblée , qui , dans quelques animaux terrestres , ne laisse passer dans ce cas la moëlle qu'en filets.

Nous avons dit que les différentes membranes du globe de l'œil étoient formées par l'expansion de celles qui enveloppent le nerf optique , & par l'expansion de sa partie médullaire ; mais ce qu'il y a de singulier , c'est que cette production des membranes ne se fasse pas de la même manière dans tout le genre des poissons , les uns , comme la carpe , la lotte , le munier & la tanche , retiennent en cette partie la même structure que les quadrupèdes , & dans les autres , comme la truite , le saumon , l'ombre-chevalier , on retrouve la structure de l'œil des oiseaux.

Dans les premiers , le nerf optique est couvert d'une enveloppe très-dure , & aussitôt après qu'il a traversé la sclérotique ou enveloppe extérieure de l'œil , il produit cette membrane argentée , qui , dans les poissons , sert de choroïde : immédiatement après , il produit une membrane remplie de vaisseaux qu'on

nomme, pour cette raison, *vasculaire*, qui n'existe que dans les poissons, ce n'est qu'une ligne plus loin qu'il produit la rétine, qui se trouve, par conséquent, éloignée du fond de l'œil d'une quantité considérable, & dont les lames paroissent être une production de la substance blanche ou médullaire du nerf optique; dans tout ce trajet, depuis le fond de l'œil jusqu'à la rétine, le nerf est étroitement enveloppé d'une membrane noire, qui est une extension de la *pièrre*; il sort encore de la circonférence du cercle, par lequel le nerf optique s'épanouit, des faisceaux de fibres qui vont, en s'épanouissant, former cette membrane qu'on nomme *arachnoïde*, qui s'applique sur la rétine, & à laquelle on a donné ce nom à cause de sa ressemblance avec des toiles d'araignée; mais M. Haller n'a jamais pu les suivre jusque-là.

Dans les seconds, le nerf optique donne bien à peu-près les mêmes membranes, mais il se dilate en formant comme un arc de cercle, & la rétine est soutenue par un appendice moins long, à la vérité, mais semblable à celui qu'on observe dans les oiseaux, la coupe de la membrane noire à l'endroit où

passé le nerf optique est très-elliptique ; & la moëlle de ce nerf y paroît à découvert ; la surface par laquelle ce même nerf est terminé , est longue comme dans les oiseaux , & a , comme dans ces derniers , une artère qui en parcourt la longueur ; on n'y voit point cette membrane , servant de base à la partie qu'on nomme *peigne*, dans les yeux des oiseaux , & qui couvre l'entrée du nerf optique , cette partie manque absolument , même dans les poissons dont nous venons de parler , & qui ont la structure de leurs yeux la plus semblable à celle des yeux des oiseaux.

Quelle peut être la raison de cette diversité qui s'observe dans les différentes espèces de poissons ? il seroit peut-être difficile de l'assigner ; mais on peut , suivant la pensée de M. Haller , en tirer une maxime bien utile aux Physiciens , c'est de ne jamais conclure par analogie d'une espèce à l'autre , & d'être toujours en garde contre les inductions.

La rétine est de toutes les parties de l'œil , celle qui a fourni les observations les plus satisfaisantes à M. Haller. On soupçonnoit depuis long-temps , & les observations de Ruysch & d'Albinus sembloient même l'indiquer , que la

rétine étoit composée de deux plans différens, dont l'un étoit un réseau de vaisseaux extrêmement fins, & l'autre une espèce de pulpe blanche qui recouvroit le premier ; mais on n'avoit pu encore parvenir à avoir ces deux feuillets séparés & entiers.

La même difficulté ne se trouve pas dans les poissons ; toute la précaution nécessaire est de se servir des yeux les plus frais ; la rétine est si délicate , que le plus petit commencement de putréfaction suffit pour la détruire ; mais , en se servant d'yeux frais , il suffit de séparer cette tunique de celles qui la couvrent : ce qui se peut toujours faire avec facilité. On apperçoit alors , à travers le corps vitré , une infinité de fibres blanches, partant du cercle terminateur du nerf optique comme d'un centre , & venant se terminer à l'endroit où commence l'uvée ; laissant ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie , la rétine , qui est naturellement très-épaisse dans les poissons , s'y endurecit ; & alors on sépare la membrane pulpeuse qui est assez épaisse , de la lame fibreuse ; & il ne reste de la rétine qu'un hémisphère appliqué sur le corps vitré composé de fibres extrêmement déliées , & qui pourroit porter à juste

titre le nom de *membrane arachnoïde*.

Quoique M. Haller n'ait pas encore pu parvenir à séparer les deux lames de la rétine dans l'homme & dans les animaux terrestres aussi parfaitement que dans les poissons, cependant il en a vu assez dans plusieurs espèces, pour que ses observations réunies à celles de Ruysch, d'Albinus & de Mrs Mæller & Zinn, l'autorisent à donner la même structure à la rétine de l'homme, c'est-à-dire à la composer d'une membrane muqueuse & d'une arachnoïde.

M. Haller a observé dans la rétine des quadrupèdes un grand nombre de vaisseaux sanguins, partie artériels, & partie veineux; ces vaisseaux, à mesure qu'ils se subdivisent, perdent leur couleur rouge & deviennent invisibles: exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang.

Mais la plus belle observation que M. Haller ait faite dans ses recherches sur les yeux des poissons, c'est celle d'une mucofité noire & opaque qui recouvre extérieurement la rétine, & se trouve par sa situation interposée entre la rétine & la choroïde. Cette couche opaque qui empêche les rayons de lumière de parvenir jusqu'à la choroïde,

ne permet pas de supposer, avec M. Marriotte, que cette tunique soit l'organe de la vision; elle attribue incontestablement cette noble fonction à la seule rétine, & décide sans retour une question qui partageoit depuis long-temps les Anatomistes.

Le corps vitré est extrêmement petit & très-plat dans les poissons; le nerf optique parcourt chez eux un espace considérable avant que d'y arriver; & c'est dans cet espace que se loge, entre les deux lames de la choroïde, un muscle nommé *ser à cheval*, & la lame vasculaire; malgré sa petitesse, il offre des objets intéressans & qu'on ne voit point dans les yeux des autres animaux: ces objets sont les vaisseaux antérieurs & postérieurs du corps vitré: mais avant de parler de ces vaisseaux, il est nécessaire de décrire une organisation particulière de l'œil des poissons.

Ces animaux n'ont point de couronne ciliaire: l'uvée est chez eux appliquée immédiatement sur le corps vitré; & le cristallin est comme chatonné dans son ouverture; mais il y a un organe singulier qui sert à affermir ce cristallin dans sa position, & cet organe varie dans les différentes espèces de poissons.

Dans la carpe, le munier & la tanche, il part de la choroïde, à l'endroit où devroit être la couronne ciliaire, une bande dentelée à laquelle un prolongement de la rétine sert comme de doublure; cette bande s'attache postérieurement au cristallin, & reçoit un vaisseau sanguin considérable qui paroît aller directement à ce dernier; mais avant que d'y arriver, il jette, à gauche & à droite, des branches dans l'endroit de la jonction de l'uvée, du corps vitré & de la rétine, & forme en cet endroit un cercle parfait duquel il part une infinité de vaisseaux qui se rendent dans la membrane qui enveloppe le corps vitré, & se répandant en branches toujours de plus déliées en plus déliées, y forment, par leur union avec les vaisseaux postérieurs dont nous allons parler, le plus beau réseau qui se voie dans le corps animal.

Ces vaisseaux postérieurs, qui se joignent à ceux dont nous venons de parler, naissent du tronc central de la rétine, & s'appliquent, s'il est permis d'user de ce mot, au pôle du corps vitré, où ils se divisent en une infinité de rayons qui enveloppent la convexité du vitré, & vont, sous toutes sortes de directions, se joindre aux vaisseaux

antérieurs que nous avons décrits , jusque dans le cercle vasculaire que ceux-ci forment à l'origine de l'uvée ; mais il ne paroît pas que ces vaisseaux entrent dans la substance même du corps vitré : du moins M. Haller n'a jamais pu les y appercevoir.

Dans la truite , le faumon , l'ombre-chevalier & la lotte , la structure de l'œil est à cet égard un peu différente ; le nerf optique , dans ces animaux , fait un chemin considérable dans l'œil avant que de s'épanouir pour former la rétine ; immédiatement avant cet épanouissement , il sort de ce nerf ou de ses enveloppes , deux vaisseaux recouverts d'une gaine noire ; ils sont accompagnés d'un nerf particulier qui entre dans l'œil à côté du nerf optique , ils forment un demi-cercle autour de la convexité postérieure de l'œil , & quand ils sont presque arrivés à l'uvée , il s'y joint de nouvelles membranes & de nouveaux vaisseaux ; & il se forme du tout une espèce de petite cloche mouchetée au dehors & blanche en dedans , dont la figure est comme parabolique , & qui se termine par une pointe de laquelle il part plusieurs filets qui vont s'attacher à la partie postérieure de la capsule du

cristallin ; M. Haller y a vu plusieurs vaisseaux remplis de sang. Dans la truite & dans le faumon, le même tronc qui sort du nerf optique donne très-près de sa sortie une branche qui , après avoir rampé sur la convexité postérieure du corps vitré , forme près de l'uvée un cercle vasculaire presque semblable à celui que M. Haller a observé dans les poissons de la première classe. Il seroit certainement bien curieux de définir l'usage de cette cloche parabolique ; le nerf qui s'y rend , pourroit la faire regarder comme musculeuse ; mais M. Haller n'y a pu distinguer de fibres parallèles , & il aime mieux demeurer dans l'indécision sur ce point , que de hasarder une idée qui pourroit être dans la suite démentie par l'observation.

Le cristallin est plus grand à proportion dans les poissons qu'il ne l'est dans les autres animaux , il est composé de couches concentriques presque sphériques , & , comme ils n'ont point de chambre postérieure , le cristallin passe par la prunelle pour se montrer dans la chambre antérieure , les vaisseaux sanguins qui partent du cercle vasculaire , dont nous avons parlé , s'y rendent , & M. Haller les a suivis jusque dans la

capsule qui l'enveloppe. Il est très-difficile d'observer la même organisation dans les autres animaux ; cependant , quoique M. Haller n'ait pu la trouver que dans quelques-uns , il croit être fondé à présumer qu'elle existe dans tous , mais ce n'est encore qu'une conjecture , qui demande à être vérifiée.

La choroïde des poissons est bien différente de celle des quadrupèdes ; elle est évidemment composée de deux membranes , dont l'une est argentée & commence à l'endroit même où le nerf optique entre dans l'œil ; elle est fort lâche , très-foible & se déchire fort aisément , c'est elle qui forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire ; elle est comme doublée d'une membrane noire fort épaisse dans le fond de l'œil , lâche & vasculaire , & couverte , du côté qu'elle regarde la rétine , d'une mucosité couleur de tabac qui s'attache à la rétine même ; entre ces deux membranes , il se trouve dans les poissons une troisième tunique fine , mais aisée à démontrer , qui part des enveloppes du nerf optique & forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire. M. Haller la nomme *vasculaire* , à cause d'une artère & d'une

veine considérable qui s'y rendent , & qui après s'être divisées en deux branches, y forment une quantité prodigieuse de rameaux, qui s'étant divisés & subdivisés, vont se plonger dans l'organe que nous allons décrire.

Cet organe est une espèce de fer à cheval d'un rouge très-vif, plat & couvert d'une membrane luisante, il embrasse un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, dans laquelle se trouve un sillon creusé pour le loger, mais presque sans aucune adhérence; si on le fait macérer dans l'eau de vie, on y distingue des lignes parallèles composées de fibres droites & entremêlées d'un nombre infini de vaisseaux, cet organe existe dans tous les poissons que M. Haller a eu occasion de disséquer; c'est, selon lui, un véritable muscle dont la fonction est de rapprocher, en se contractant, le cristallin de la rétine, ce qui est absolument nécessaire aux poissons voraces, qui ont besoin d'apercevoir très-distinctement leur proie à des distances très-inégales.

L'iris est, comme nous l'avons dit, dans les poissons formé par la membrane argentée de la choroïde qui recouvre

Puvée : celle-ci, chez eux , est brune entremêlée de vaisseaux rouges , qui n'ont pas paru à M. Haller avoir de direction marquée ; la prunelle ne lui a pas paru souffrir d'augmentation ni de diminution , même lorsqu'il approchoit une bougie allumée très-près d'un poisson vivant ; & à cette occasion , il rapporte un fait qui lui a paru mériter d'avoir place ici , quoiqu'il n'y soit point question des yeux des poissons.

Il disséquoit ceux d'un jeune chat noyé vingt-trois heures auparavant : ces yeux, comme ceux de tout animal mort, avoient la prunelle très-dilatée ; comme le cristallin étoit opaque, il mit cet œil sur un fourneau médiocrement chaud, pour lui rendre la transparence ; au bout d'une minute ou deux, il apperçut avec étonnement que la prunelle s'étoit absolument refermée , & qu'elle étoit dans le même état que celle d'un chat vivant exposé au grand jour , toutes les fibres de l'iris étoient tendues & visibles , on appercevoit jusqu'à cette espèce de polygone fibreux qui entoure la prunelle , & auquel ces fibres s'attachent ; & cet état dura autant que la chaleur, à mesure qu'elle diminua, les fibres se raccourcirent, & l'iris se dilata ; M. Haller observa

§4 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

seulement que la principale diminution de l'iris se fit dans l'espace qui est entre le polygone fibreux , dont nous avons parlé , & les bords proprement dits de la prunelle.

Un phénomène de cette espèce méritoit bien d'être examiné par plusieurs expériences ; mais M. Haller n'a pu y réussir , & il ne l'a jamais pu revoir , quelques tentatives qu'il ait pu faire ; mais il en résulte toujours que l'agrandissement & la diminution de la prunelle peuvent s'opérer sans l'intervention de la volonté , & qu'ils pourroient ne point tenir à l'action musculaire.

Les observations de M. Haller sur la couronne ciliaire , que nous allons rapporter , n'ont pas plus de rapport aux poissons que la précédente : il s'agit d'y examiner si le corps ciliaire , dans les quadrupèdes & les oiseaux , est adhérent au cristallin , & sert à le retenir dans sa situation , ou s'il n'y a aucune adhérence. Cette question a extrêmement partagé les Anatomistes : les uns , avec M. Zinn , prétendent que le corps ciliaire n'a aucune adhérence avec le cristallin , & effectivement il arrive presque toujours qu'on l'en trouve détaché en disséquant les yeux de différentes

espèces d'animaux ; cependant M. Haller n'a pas cru , malgré cette apparence , devoir se rendre à ce sentiment , il a fait réflexion que le cristallin ne paroïsoit dans aucun animal , pouvoir avoir d'autre attache , & il a soupçonné qu'il pouvoit se faire que l'adhérence de l'un à l'autre se détruisît après la mort ; il a trouvé en effet , que dans les yeux du héron le corps ciliaire étoit adhérent au cristallin , au moyen d'une mucosité noire qui le colloït à la capsule , mais qui se dissolvoit entièrement dès qu'on laissoit les yeux macérer un peu trop long-temps ; & en effet , dans les yeux où le cristallin est roulant , l'humeur aqueuse , si claire dans l'animal vivant , est de couleur de café , ce qui prouve la dissolution de la colle noire ; or , si dans le héron , quatre jours de macération peuvent opérer cet effet , ne peut-on pas présumer que quelques heures l'opèrent dans les autres animaux ? du moins est-ce le sentiment qu'a cru devoir adopter M. Haller , jusqu'à ce qu'il ait pu obtenir sur ce sujet de nouvelles lumières.

La cornée transparente est fort plate dans la plupart des poissons ; quelques-uns cependant , comme la lotte , l'ont

aussi convexe que l'homme : ils ont , en général , peu d'humeur aqueuse ; quelques-uns néanmoins , comme la lotte & le faumon , en sont assez bien pourvus ; mais elle est beaucoup plus visqueuse que dans les animaux terrestres ; de même que l'humeur vitrée qui peut se soutenir , dépouillée de sa membrane : la cornée opaque ou sclérotique est chez eux très-épaisse & très-dure , elle forme dans le faumon un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur , vers l'entrée du nerf optique ; celle des oiseaux aquatiques participe à cette dureté.

Telles sont les observations que M. Haller a communiquées sur les yeux des poissons : elles offrent , comme on voit , des singularités bien remarquables , & un vaste champ de découvertes à faire ; mais , en même temps , elles font bien regretter que M. Haller , comme il s'en plaint lui-même , n'ait pas été à portée d'examiner les poissons de mer , plus variés , & souvent bien plus gros que ceux de rivière : c'est à ceux des Anatomistes qui auront cet avantage , à profiter de ses vues , & à remplir totalement cet objet.

OBSERVATION.

OBSERVATION ANATOMIQUE.

UN maître de danse , de la ville de Toulouse , étoit sujet depuis long-temps à une difficulté de respirer ; il étoit oppressé & essoufflé après la moindre fatigue ; il touffoit sans cracher beaucoup , & le peu qu'il crachoit étoit très-visqueux.

Son mal augmenta pendant l'hiver de 1751 , & dégénéra en fluxion de poitrine dont les symptômes furent violens , les crachats étoient rouillés , & il se plaignoit d'une douleur qu'il sentoît au milieu & à la partie supérieure du sternum. On le traita suivant la méthode ordinaire , & il fut saigné six fois. Vers le sixième jour de la maladie , l'oppression devint très-forte , & dans une violente quinte de toux , de laquelle il fut presque suffoqué , il rendit , par l'expectoration , un corps ramifié , d'environ trois poices de longueur. La sortie de ce corps ne fut précédée ni suivie d'aucune effusion de sang ; les crachats furent mêlés de pus pendant quelques jours , & le malade fut bientôt parfaitement rétabli.

Hist. 1762. Tome I.

E

Ce corps avoit, comme nous l'avons dit, trois pouces de longueur, depuis le commencement du tronc jusqu'à l'extrémité des ramifications, le tronc avoit six lignes de circonférence & autant de longueur, il se bifurquoit ensuite, & chacune des branches se divisoit & se subdivisoit en plusieurs rameaux, dont la grosseur diminueoit à mesure qu'ils s'éloignoient du tronc; la tige avoit une cavité sensible, mais qui ne fut pas suivie plus loin.

La figure & les dimensions de ce corps ne laissent aucun lieu de douter qu'il ait été formé dans l'intérieur des bronches, mais est-ce la paroi intérieure de ces mêmes bronches ou une concrétion pituiteuse moulée dans leur cavité?

On pourroit alléguer en faveur du premier sentiment, que le corps en question étoit creux, que les différentes concrétions qui se sont formées dans le poumon, n'ont jamais rien offert de semblable, & qu'enfin les crachats purulents qui suivirent l'expulsion de ce corps, étoient une suite de l'érosion qui avoit séparé la paroi interne des bronches, de l'externe & des vésicules pulmonaires, d'autant plus que l'on a trouvé dans les poumons d'un phthisique, des

fragmens de la tunique des bronches qui nageoient dans la sanie.

Malgré toutes ces présomptions , M. Marcorelle , de l'Académie royale des Sciences & Belles-Lettres de Toulouse , & Correspondant de l'Académie , à qui ce fait fut communiqué , n'osa lui en faire part , & ce n'a été qu'après avoir examiné par lui-même un fait pareil , qui s'est passé sous ses yeux , qu'il s'est déterminé à donner la relation de l'un & de l'autre.

Au mois de Septembre 1762 , une femme de Narbonne fut attaquée d'une fluxion de poitrine , & rendit un corps absolument pareil à celui qu'avoit rendu le maître à danser de Toulouse. M. Marcorelle l'examina scrupuleusement , avec M. Barthès , Professeur en Médecine à Montpellier , & très-connu dans la république des Lettres ; non-seulement ils vérifièrent la cavité de ce corps jusque dans les dernières ramifications , mais ils trouvèrent encore , à l'extrémité de ces ramifications , des vésicules soufflées & remplies d'air : or on sait que les cellules pulmonaires adhèrent latéralement , & en forme de grappes , aux vaisseaux bronchiques.

Voilà donc dans ce second corps des

preuves assez fortes d'organisation, & qui semblent le distinguer assez nettement d'une concrétion pituiteuse. Mais comment, dira-t-on, concevoir que l'érosion qui s'est faite ait pu détacher toute la paroi interne des bronches, & même quelques cellules pulmonaires, sans que la respiration ait été gênée; & en ait souffert un dommage notable par là suite? On cessera d'en être surpris, si on veut faire attention à l'extrême facilité avec laquelle les parties entamées de la poitrine se réunissent, & se cicatrisent. On a vu des gens guérir, après avoir essuyé des délabremens prodigieux par des suppurations qui avoient détruit une partie du poumon, après même avoir rejeté, non-seulement des parties du poumon, mais même encore des portions de vaisseaux sanguins, par l'expectoration. Il n'est donc pas étonnant que la paroi interne des bronches ait pu se reproduire, après en avoir été séparée de l'externe par l'érosion d'une liqueur âcre qui se sera fait jour entre deux; il a dû seulement s'établir une suppuration qui a pu fournir pendant quelques jours les crachats purulens que les malades ont rendus : la Nature a des ressources sûres pour réparer les pertes,

dès que la cause qui les occasionnoit est détruite. Mais, quelque vraisemblable que tout ceci paroisse, M. Marcelle n'ose encore décider si les deux corps rendus par l'expectoration sont effectivement la paroi interne des bronches, il s'est contenté d'exposer le fait & les idées qu'il lui a fait naître, & l'Académie n'a pas cru pouvoir mieux faire que d'imiter, en publiant cette observation, une si prudente retenue : ce fait au reste n'est pas absolument nouveau ; on a des exemples de gens qui ont rendu de semblables corps par l'expectoration ; mais il y en a peut-être peu qui en aient rendu de si considérables.

C H I M I E.

Sur la quantité d'argent que retiennent les Coupelles.

L'ARGENT qu'on emploie, soit à la fabrication des Monnoies, soit à celle des autres ouvrages faits de ce métal, est toujours allié, c'est-à-dire mêlé d'une certaine quantité de cuivre, sans laquelle il n'auroit pas la dureté & la consistance

E 3

nécessaires aux usages auxquels il est destiné ; mais cette quantité d'alliage doit être , & est expressément fixée par la loi : elle n'est , pour la vaisselle , que la vingt-quatrième partie du poids total ; & si l'argent contient une plus grande quantité de cuivre , on dit qu'il n'est pas *au titre* , & il n'est point admissible dans le commerce.

Pour parvenir à connoître la quantité de cuivre ou alliage que contient l'argent , on emploie ordinairement la coupelle ; mais pour se faire une idée de cette opération , il ne sera peut-être pas inutile de rappeler au Lecteur les principes sur lesquels elle est fondée.

L'or & l'argent sont les seuls métaux qui puissent soutenir l'extrême violence du feu sans se décomposer : tous les autres n'y peuvent résister , & s'y réduisent en verre. Le plomb est de tous ces derniers celui qui se vitrifie le plus facilement ; mais il a de plus la singulière propriété de communiquer cette facilité de se vitrifier , aux autres métaux avec lesquels il est mêlé , & de les entraîner avec lui à travers les pores du vaisseau qui le contient , qu'il pénètre en cet état avec une merveilleuse facilité.

Si donc on a un mélange d'argent &

de quelqu'autre métal que ce puisse être , excepté l'or , voici la manière qu'on emploie pour les séparer : on met ce morceau d'argent allié avec une certaine quantité de plomb , dans un petit creuset extrêmement poreux , fait avec des cendres d'os brûlés , bien lessivées pour en enlever tous les sels , & on place le tout dans un fourneau où on lui fait éprouver un très-grand feu ; alors le tout étant fondu , le métal mêlé avec l'argent se vitrifie avec le plomb , passe à travers les pores de la coupelle , & l'argent reste seul en fusion dans ce vaisseau. Il est donc aisé , par cette opération , de connoître combien de métal étranger contenoit l'argent allié , puisqu'en le pesant après l'opération , on en trouvera le poids diminué de tout celui de ce métal qui s'en est séparé.

Toute la Théorie chimique de cette opération est donc , comme on voit , fondée sur ce que le plomb , en se vitrifiant , entraîne avec lui , dans le même état de vitrification , le métal étranger & laisse pur l'argent qui ne se vitrifie pas , du moins au même degré de feu ; mais que fera-ce si l'argent , sans être vitrifié , peut être en partie entraîné par le plomb ? il est clair que la quan-

tité, dont l'argent qu'on essaye diminue, sera augmentée, & qu'on jugera qu'il contenoit plus d'alliage qu'il n'en contenoit réellement.

C'est ce fait si intéressant que M. Tillet a voulu constater par des expériences décisives : il avoit soupçonné depuis quelque tems que les coupelles pouvoient absorber avec le plomb quelque portion de l'argent qu'on affinoit; mais pour s'enassurer, il exposa plusieurs de ces coupelles, qui étoient très-imbibées de litharge ou plomb vitrifié, à un feu de charbons assez vif, la flamme du charbon eut bientôt rendu au plomb le phlogistique qu'il avoit perdu & le fit reparoitre sous sa forme naturelle; alors M. Tillet mit ce bouton de plomb, qu'il avoit obtenu dans une coupelle neuve; & l'ayant poussé au feu, il donna une quantité d'argent qui excédoit de beaucoup celle qu'auroit donnée une pareille quantité de plomb qui n'auroit pas été employée aux essais, car il n'y a presque pas de plomb qui ne contienne plus ou moins de ce métal.

C'étoit beaucoup que d'être assuré de ce fait, mais ce n'étoit pas encore assez pour remplir les vues de M. Tillet; il falloit connoître avec précision, com-

bien les coupelles pouvoient retenir d'argent dans l'affinage , puisque cet argent fin , retenu par elles , diminueoit d'autant le poids du bouton qu'on essayoit.

Pour y parvenir , il a pris deux coupelles imbibées de litharge , qui avoient servi aux essais ; & comme il connoissoit exactement le poids que pesoient ces coupelles avant qu'elles eussent servi , il pouvoit aisément juger , en les pesant , de la quantité de plomb qu'elles avoient absorbée , qui se trouva monter à quatre gros , c'est-à-dire , deux gros chacune. Après les avoir réduites en poudre , il les mit dans un creuset avec un flux composé de deux parties de tartre blanc & d'une partie de salpêtre & raffiné , ayant couvert ce creuset d'un autre creuset renversé , bien lutté les jointures & ménagé au haut de celui qui servoit de couvercle , une ouverture pour laisser échapper les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit ; il exposa le tout à un feu gradué , qu'il soutint à la plus grande violence pendant près d'une heure ; l'opération finie , il en retira environ deux gros de plomb , qui , mis à la coupelle , fournirent deux grains & demi d'argent , poids fictif ou

de femelle , tandis que deux gros de plomb , qui n'avoit point servi aux essais , traité au même feu & de la même maniere , n'en fournirent qu'un quart de grain au même poids fictif ; il étoit donc bien sûr que le plomb qui avoit servi aux essais avoit retenu un grain & trois quarts de l'argent qu'il avoit servi à purifier.

M. Tillet n'étoit cependant pas encore satisfait , il n'avoit retiré que deux gros de plomb , des quatre que ses deux coupelles avoient aborbés : il soupçonna que les deux autres gros pouvoient être dans les scories : en effet , les ayant bien lavées dans l'eau chaude pour dissoudre tout le flux , il trouva au fond du vaisseau un gros & douze grains de plomb , le reste ayant apparemment été dissipé dans l'opération ; ce gros & douze grains de plomb passés à la coupelle donnèrent encore un grain & demi , poids fictif : c'étoit donc en tout quatre grains d'argent qui avoient été retenus par le plomb , & qui diminuoient d'autant le poids du bouton.

Il est donc certain que le plomb qu'on emploie aux essais , retient une quantité sensible d'argent , & que les essayeurs qui ignoroient cette propriété

du plomb ont toujours fixé le titre au-dessous de ce qu'il étoit véritablement, l'ayant estimé par le déchet du bouton qu'ils attribuoient tout entier à la destruction du métal étranger, quoiqu'une partie de ce déchet fût dûe à la quantité d'argent que le plomb avoit retenu.

Il suit encore qu'on ne doit employer dans les essais que la quantité de plomb nécessaire. Puisqu'en employant une plus grande quantité de ce métal, on augmente la portion d'argent qu'il retient, & qu'enfin, lorsqu'on veut fixer très-exactement le titre de l'argent, il faut revivifier le plomb absorbé par la coupelle, & le coupler ensuite pour en retirer l'argent qu'il contenoit, & qu'on joindra au bouton. M. Tillet croit qu'en prenant toutes ces précautions, & opérant avec attention, on aura de l'argent presque absolument pur, ou du moins aussi approchant de cette pureté qu'il est possible à l'art de l'obtenir.

Une dernière précaution qui n'est pas moins nécessaire que les précédentes, c'est de conduire le feu avec prudence : M. Tillet a observé qu'en surchauffant l'argent, ou en le tenant exposé

trop long-temps à la violence du feu, il s'en sublime, pour ainsi dire, une partie, sans qu'on sache trop bien comment se fait cette sublimation.

Tout ce travail au reste n'est que le commencement d'un autre beaucoup plus étendu dans lequel la même matière doit être traitée avec encore plus d'attention qu'elle ne l'a été dans le Mémoire duquel nous venons de rendre compte : ce que nous avons dit de celui-ci est suffisant pour en faire sentir l'importance, & pour en faire désirer la continuation.

SUR LES SALINES

de Franche-Comté.

LE travail de M. Montigny, duquel nous avons à rendre compte, a été occasionné par les plaintes adressées au Roi & au Ministère, contre la mauvaise qualité des sels de la Saline de Montmorot en Franche-Comté. On y reprochoit à ce sel d'être pierreux & d'une âcreté corrosive, de communiquer aux matières qu'on en faisoit une amentume insupportable, de saler très-imparfaitement les fromages qui forment une

branche considérable du commerce de cette province , de produire les mêmes inconvéniens dans la salaison des viandes , & enfin d'être si pernicieux au bétail , qu'il lui occasionnoit des maladies & la mortalité des élèves , d'où résultoient nécessairement la rareté & la cherté du bétail dans la province.

Ces plaintes annonçoient des objets trop importans pour ne pas exciter l'attention du Ministère. M. de Trudaine , Intendant des Finances & Membre de cette Académie , qui se trouva chargé de cette affaire , en ayant conféré avec M. Bertin , alors Contrôleur général , Mrs de Montigny & Hellot furent chargés d'examiner les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot , dont on fit venir des échantillons à Paris : ces échantillons furent soumis aux opérations & à l'analyse chimique ; & voici le précis de ce qu'elles y firent reconnoître.

Toutes les eaux salées qu'on emploie à Salins ou à Montmorot , contiennent , outre le sel gemme ou marin , de la fclénite, espèce de sel composé de l'acide vitriolique uni à une base terreuse , du sel de Glauber composé du même acide uni à la base du sel marin , des sels

déliquescents ou qui ne se cristallisent point, fournis par l'acide du sel marin engagé dans une base terreuse, une terre alcaline très-blanche qu'on sépare du sel gemme, en le tenant long-temps en fusion dans un creuset, une espèce de glaise très-fine & quelques parties grasses & bitumineuses ayant une forte odeur d'huile de Pétrole. Presque toutes ces eaux contiennent encore une assez grande quantité de gypse ou matière plâtreuse, & toutes, sans exception, contiennent un principe alkali surabondant qui leur donne la propriété de verdier le sirop violat, & de rétablir la teinture de tournesol rougie par les acides, ce qui n'arriveroit certainement pas, si tout ce qu'elles contiennent d'alkali étoit joint aux acides vitriolique & marin qui s'y rencontrent; elles contiennent encore une terre alcaline qui, étant dissoute par les acides, passe à travers tous les filtres, & agit comme terre absorbante en décomposant le vitriol, lorsqu'on en mêle la solution avec les eaux salées, ce qui prouve évidemment que ces eaux ne contiennent aucun vitriol en nature, puisqu'il seroit infailliblement décomposé par cette terre avec laquelle l'acide vitriolique a bien

plus d'affinité qu'avec sa base métallique.

Tous les fels de Salins se trouvent mêlés de toutes ces différentes matières, sur-tout le sel qu'on met en pains & dont on fait grand usage dans tout le pays ; à l'égard de la saline de Montmorot, le sel à gros grains qui est produit par une évaporation lente, est très-pur ; mais celui qui est formé par une évaporation rapide & telle que l'eau qui le contient est toujours bouillante, contient un mélange de ces mêmes matières ; c'étoit avec ce sel qu'on formoit les fels en pains , & on croyoit leur donner plus de corps en les imbibant des eaux grasses qui restent après qu'on en a tiré le sel , & qui contiennent tout ce qui n'a pu entrer dans la composition du sel ; ces pains se trouvoient beaucoup plus chargés de matières étrangères que les fels en petits grains , & produisoient encore de plus mauvais effets.

Indépendamment de l'alkali surabondant & des autres matières étrangères, les pains de sel étoient encore sujets à un autre défaut ; on avoit coutume de les dessécher en les laissant un temps assez long sur des lits de braise allumée ; mais il arrivoit presque toujours que le

contact immédiat d'un feu assez vif décomposoit le sel de la base de ces pains, & en enlevoit l'acide; aussi M. de Montigny s'aperçut-il depuis en entrant dans le lieu de ce travail, d'une très-forte odeur d'esprit de sel, & que cette vapeur teignoit en rouge le papier bleu; le bas des pains est donc en partie décomposé, & laisse à nud la base du sel, c'est-à-dire une espèce de sel de soude très-âcre; les habitans qui achetoient ces pains de sel étoient obligés de couper tout ce dessous avec une scie & de le jeter.

Telles furent les observations que le premier coup d'œil offrit à M. de Montigny, lorsqu'après avoir scrupuleusement examiné avec M. Hellot les sels & les eaux qu'on avoit fait venir à Paris, il eut été envoyé sur le lieu pour y continuer ses opérations: il ne se contenta pas de cette première recherche, il examina avec le plus grand soin les eaux qu'on tiroit des sources salées, les différentes opérations par lesquelles on en tiroit le sel, les sels même tant en gros grain qu'en petit grain, les sels en pain, les différentes eaux qui restoient des muires ou eaux salées qu'on évapore pour en tirer le sel, & les différentes

écumes qui s'en séparent dans le temps de l'ébullition.

Non content de cet examen, M. de Montigny voulut s'affurer par lui-même de l'effet de ces sels & des défauts qu'on leur reprochoit ; pour cela, il parcourut les pays que fournissent ces salines, & sur-tout les montagnes dans lesquelles se fait le plus grand nombre de fromages & de salaisons ; objet de la plus grande importance pour le commerce de la Franche-Comté, & voici les connoissances qu'il y recueillit.

Les fromages salés avec le sel en pains, contractoient vers la superficie un mauvais goût & un peu d'amertume ; tandis que le milieu ne se faisoit que peu ou point du tout ; les salaisons de viandes ne réussissoient pas mieux, ces matières mêlées avec le sel étant incapables de les préserver de la corruption, & leur communiquant un très-mauvais goût ; enfin il étoit à craindre que ce sel ainsi vicié ne nuisît à la longue à la santé des habitans, qui en font un usage continuel.

C'étoit à tous ces inconvéniens qu'il étoit question de remédier ; & M. de Montigny eut bientôt trouvé dans la nature même du mal des moyens également

sûrs & faciles de s'en garantir ; mais avant que de les exposer , il ne fera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux du Lecteur la nature & la formation des sels neutres.

Tout sel , du genre de ceux qu'on appelle *neutres* , est essentiellement composé d'un acide & d'une base ; cette base peut être un alkali fixe ou volatil , une terre absorbante , une matière pierreuse , ou enfin une matière métallique.

Aucun de ces sels ne peut être regardé comme véritablement neutre , que lorsque la portion d'acide qu'il contient est absorbée & retenue par une quantité suffisante d'alkali ou des matières qui en tiennent lieu ; s'il y a une portion d'acide non liée à cette base , le sel donnera des marques d'acidité , il rougira , par exemple , la teinture de tournesol ; & si au contraire il y a de l'alkali non occupé par l'acide , il verdra la teinture de violette ; mais si la dose de l'un & de l'autre sont justes , il ne fera ni l'un ni l'autre de ces effets.

Le sel marin est composé d'un acide auquel il a donné son nom , & d'un alkali à peu-près semblable au sel de soude qui lui sert de base ; il doit , pour être le plus parfait qu'il se puisse , ne

Contenir que ces deux seules substances & les contenir en telle proportion , qu'il n'y ait aucune portion de l'acide qui ne soit liée à une portion d'alkali , ni aucune portion d'alkali qui ne soit occupée par une portion d'acide ; sans cette dernière condition , l'acide demeuré libre , seroit capable de faire beaucoup de mal , en agissant de toute sa puissance sur les corps auxquels il se trouveroit appliqué , & l'alkali oisif communiqueroit au sel une âcreté désagréable & lui donneroit une causticité qu'il ne doit point avoir.

Le premier pas à faire pour perfectionner les sels de Franche-Comté étoit donc d'enlever à ces sels la surabondance d'alkali , qui leur communiquoit une mauvaise qualité ; pour cela , il ne faut que mêler avec la liqueur qui les contient , de l'acide , du vinaigre ou du petit lait aigri ; pour lors les différens sels qui s'y rencontrent , n'étant plus embarrassés par cet alkali surabondant , se présentent successivement en cristaux réguliers & sans être mêlés les uns avec les autres , & c'est , pour le dire en passant , le moyen qu'emploient les Hollandois pour raffiner le sel de mer qu'ils tirent de France , & pour rendre leurs

salaisons aussi parfaites qu'elles le sont.

Le gypse & les sélénites, ne pouvant être tenus en dissolution que dans une grande quantité d'eau, reparoissent en forme solide & concrète long-temps avant que l'évaporation soit assez avancée pour occasionner la cristallisation du sel ; & comme elles deviennent alors plus pesantes qu'un pareil volume d'eau, elles se précipitent au fond ; mais la violence de l'ébullition les chassant du milieu de la poêle, elles retombent tout autour & sont reçues dans des bassins portatifs de tôle à longue queue, qu'on place au fond de la liqueur tout autour de la poêle, & qu'on enlève dès qu'on voit paroître à la surface les premiers cristaux de sel marin. Ces bassins n'étoient pas, à beaucoup près, en assez grand nombre, M. de Montigny en a plus que doublé le nombre, & les a vu sortir de la poêle presque remplis de ce mélange de gypse & de sélénite, que les ouvriers appellent *schelot*, & par-là il a presque entièrement séparé cette matière étrangère qui ne pouvoit que nuire.

Puisque la forte ébullition est nécessaire pour la séparation du *schelot*, il s'ensuit que tous les vaisseaux dans lesquels on fera l'évaporation de l'eau qui

le contient, sans leur faire éprouver un degré de chaleur assez fort, n'opéreront point cette séparation, & que cette mauvaise matière y demeurera jointe au sel dans la cristallisation; c'est précisément ce qui arrivoit dans les poêlons de Salins: ces poêlons étoient de petites poêles, tenant environ le tiers des poêles ordinaires, & qu'on avoit placées à la suite des grandes pour profiter de la chaleur qui se perdoit auparavant dans ces endroits; mais comme le degré de feu qu'ils y éprouvoient n'étoit pas, à beaucoup près, suffisant pour la séparation du *schelot*, elle ne s'y opéroit point & le sel en restoit imprégné. M. de Montigny les a fait absolument supprimer & a trouvé moyen d'employer plus utilement cet excédent de chaleur, comme nous le verrons dans un moment.

Les eaux grasses qui restent après la suite, & dont on se servoit pour humecter le sel qu'on vouloit mettre en pains, méritoient bien un examen particulier, elles contiennent du sel de Glauber, du sel d'Ebsom, altérés par le mélange de beaucoup de gypse; & quand on en a séparé ces sels, il n'y reste plus qu'une très-grande quantité de sel marin à base

terreuse déliquescent, & plusieurs matières grasses, végétales & minérales, c'est à-dire, qu'elles sont chargées de tous les principes qui doivent être soigneusement exclus du bon sel; ce défaut est commun aux eaux grasses de Salins & de Montmorot; mais ces dernières en ont encore un autre qui leur est particulier; comme le degré de salure des sources est foible, pour éviter les frais d'une trop longue évaporation au feu, on ne les met dans les poêles qu'après qu'elles ont passé & repassé plusieurs fois à travers des rangées de fagots d'épines, exposées les unes au-dessus des autres, & que, par ce moyen, l'action de l'air a emporté une bonne partie de l'eau superflue: or, il arrive nécessairement que ce passage réitéré charge l'eau d'une forte teinture, qu'elle tire de ces épines, sur-tout lorsqu'elles sont neuves, ce qui, joint aux malpropretés que la négligence des ouvriers laisse dans les augets & les conduits de bois par lesquels elle passe dans cette opération, tache le sel & lui donne une odeur de pissat de chat insupportable, lorsque l'action du feu nécessaire pour sécher les pains de sel a développé toutes ces matières étrangères & y a

joint l'esprit de sel qu'elle enlève aux pains.

Pour éviter ces inconvéniens, M. de Montigny a totalement supprimé l'emploi des eaux grasses, & il a fait former les pains en humectant le sel avec de l'eau douce pure, mais qui doit être employée assez chaude, si on veut qu'elle puisse enlever le sel d'Ebsom avec l'espèce de teinture que les épines ont donnée au sel; par ce moyen si simple, les pains se sont formés sans aucun mélange de matière étrangère, purs, solides, propres à soutenir le transport & à être employés à tous les usages auxquels ils sont destinés.

Il est cependant bon de remarquer que, pour que le sel en pains soit pur, comme nous venons de le dire, il est absolument nécessaire que le sel en grains dont on le compose le soit aussi. Or c'est ce qui ne se trouvoit nullement dans le sel à petits grains de Montmorot qu'on employoit à cet usage; ces sels sortoient de la muire, enduits de sel de Glauber, de sel d'Ebsom, & de toutes les matières étrangères qui étoient contenues dans l'eau; & comme on les portoit au sortir de la poêle dans des magasins secs & exposés à l'action de

l'air extérieur, il arrivoit, & sur-tout en hiver, que ces fels étrangers qui se cristallifient au froid, se durcissoient très-promptement, & qu'il ne couloit presque rien dans les réservoirs destinés à recevoir leur dissolution.

Il fallut donc réformer ces magasins, & y entretenir toujours une chaleur humide; alors le sel de Glauber & celui d'Ebsom plus aisés à fondre que le sel marin, se séparèrent aisément de ce dernier, coulèrent dans les réservoirs, le sel marin resta pur, ou s'il y étoit resté quelque atome de sel étranger, il fut entraîné par l'eau douce chaude que M. de Montigny employoit à former les pains.

Le dernier inconvénient que M. de Montigny avoit à parer, étoit la décomposition du sel opérée par la braise sur laquelle on séchoit les pains. Pour y remédier, il imagina de les faire sécher dans des étuves où on fût maître de la chaleur, & d'employer à cette opération la chaleur superflue des fourneaux d'évaporation.

Pour cela, il fit ouvrir dans le terrain de la *berne* ou laboratoire, une longue tranchée aboutissante d'un côté au fourneau qu'il avoit fait percer en cet endroit,

endroit, & de l'autre à une cheminée élevée contre le mur; les côtés de cette tranchée furent revêtus d'un mur de brique, dans lequel on avoit observé une retraite sur laquelle il fit placer des plaques de tôle; & le dessus ayant été garni de couvercles de bois qui se pouvoient hausser ou baisser à volonté, la capacité du fossé se trouva partagée entre deux cavités dont l'inférieure étoit une espèce de cheminée horizontale qui recevoit plus ou moins de la chaleur du fourneau au moyen d'une pelle mobile de tôle qui en fermoit l'embouchure au point qu'on vouloit; & dont la partie supérieure étoit une longue étuve très-propre à sécher les pains de sel presque également dans toute son étendue, & sans courir le risque de les décomposer sensiblement, nous disons sensiblement, parce qu'il est impossible que quelque attention qu'on apporte, il n'y ait pas toujours quelque petite partie de l'acide enlevée, & par conséquent un peu de sel décomposé; mais cet inconvénient est réduit à si peu de chose dans les étuves de M. de Montigny, qu'on le peut regarder comme physiquement nul.

Pour empêcher l'adhérence des pains de sel aux plaques, il ne faut que mettre

sur celle-ci un lit de cendres de huit à dix lignes d'épaisseur : cette cendre empêche que les pains ne s'attachent aux plaques, & s'attache si peu elle-même au sel, que le moindre frottement est capable de l'enlever ; & les étuves proposées par M. de Montigny ont eu l'avantage de porter la perfection des pains de sel aussi loin qu'elle puisse aller, en épargnant les frais considérables des braises qui se consumoient pour cette opération. Nous disons aussi loin qu'elle puisse aller, car il ne pense pas qu'on puisse jamais rendre le sel en pains, formé de sel à menu grain, fait à l'eau bouillante, aussi pur que le sel à gros grain de Montmorot dont il seroit à souhaiter que l'usage fût par-tout substitué à celui du sel en pains.

Quoi qu'il en soit, les pratiques proposées par M. de Montigny ont eu tout le succès qu'on en pouvoit attendre, & ont été absolument adoptées à Montmorot ; on n'y fait plus que des pains de sel formés de sel suffisamment égoutté, pétri à l'eau douce chaude & séché à l'étuve ; & la différence de ces pains avec ceux qu'on y faisoit précédemment a été si frappante, que M. de Montigny en a recueilli lui-même le

fruit par les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple , qu'il reçut , en parcourant les mêmes montagnes où il avoit observé , en commençant ses recherches , les mauvais effets du sel mal travaillé. Il est à présumer que ces mêmes procédés si utiles , & nous osons le dire , si nécessaires , seront adoptés à Salins , de même qu'à Montmorot , pourvu cependant que des intérêts particuliers & l'attachement qu'on n'a que trop souvent pour des abus consacrés en quelque sorte par une longue habitude , ne s'y opposent point ; mais quoi qu'il en puisse arriver , on devra toujours à M. de Montigny d'avoir travaillé efficacement à remédier aux inconvéniens causés par la mauvaise fabrique des sels , & de les avoir presque entièrement bannis par des procédés également sûrs & faciles. Les Arts ne pourront jamais que gagner à être éclairés par les regards de ceux qui sont à portée d'en connoître la pratique & d'y joindre la théorie , & assez zélés pour n'épargner ni leurs soins , ni leurs peines , lorsqu'il s'agit de contribuer au bien public , & à l'avantage de la société.

BOTANIQUE.

*Sur le caractère générique de la Plante
appelée Marfilea.*

LA variété qui règne dans les ouvrages de la Nature, même dans ceux qui paroissent être le plus faits sur le même plan, embarrasse souvent les Botanistes, lorsqu'ils essaient de déterminer le genre auquel certaines Plantes doivent être rapportées.

De ce nombre est la plante appelée *Marfilea*, sur le caractère générique de laquelle les Botanistes ont considérablement varié. Il ne faut pas même trop s'en étonner; les caractères distinctifs du genre d'une plante se tirent de sa fleur ou de ses étamines, & la *Marfilea* ne semble offrir aux yeux aucune de ces parties. Les Botanistes savent que plusieurs plantes qui paroissent être dans le même cas ont cependant leurs fleurs & toutes les parties nécessaires à la fécondation de leurs graines, mais qu'elles les ont cachées dans une espèce de boîte ou d'enveloppe. La figure est, comme on fait, moins un fruit qu'une enveloppe

qui contient les fleurs & ensuite les graines du figuier, & parmi les plantes aquatiques, le *Lemma* (1) & la pillulaire (2), décrites par M. de Jussieu, peuvent en fournir des exemples ; mais quoique la *Marsilea* soit, comme ces dernières, une plante aquatique, & qu'elle ait, comme elles, des espèces de coques capables de contenir les organes de la fécondation, elle en diffère assez d'ailleurs pour que les sentimens aient été partagés sur le genre de cette plante, l'ouverture des coques dont nous venons de parler, semble même donner lieu à cette incertitude ; on ne trouve pas dans toutes les mêmes corps, & cette différence a donné lieu de croire que ces coques ne renfermoient pas, comme celles du *Lemma*, les organes de la génération, qui doivent être par-tout constamment les mêmes, on les a donc cherchés dans d'autres parties de la plante & sur-tout dans des feuilles.

Celles de cette plante ne sont presque qu'un composé de vésicules à quatre, cinq ou six pans ; il part de ceux de ces pans, qui forment la surface inférieure

(1) Voyez les Mémoires 1740.

(2) Idem. 1739.

de la feuille , un filet rousâtre , & par la position de la plante , qui nage toujours sur la surface de l'eau , ce filet y est nécessairement plongé ; d'autres poils plus courts naissent de la surface supérieure. Ce sont ces derniers que Micheli , & après lui M. Linnæus , ont regardé comme les véritables étamines de la plante , destinées à féconder les graines contenues dans les coques ; selon eux , la *Marfilea* est une plante dont les fleurs n'ont pas de pétales ou feuilles , mais seulement une étamine tournée en spirale , & ces fleurs sont communément portées quatre à quatre sur le sommet de petites verrues , dont le dessus de ces feuilles est comme chagriné.

M. Linnæus adopte à - peu - près le même système , auquel il fait cependant divers changemens ; il regarde , par exemple , les mamelons des feuilles comme les véritables étamines , dont les poils que Micheli prend pour des étamines , ne sont que les anthères ou sommités ; il veut que le péricarpe ou enveloppe des embryons dans la coque , soit à quatre loges , au lieu que Micheli ne lui en donne qu'une.

Les Observations de M. Guettard

lèvent ces difficultés , ni l'un ni l'autre n'ont reconnu le véritable organe de la génération de cette plante ; il pense que M. Linnæus pourroit bien n'avoir vu que des coques sèches , ou du moins après que les étamines ont cessé d'y exister : il aura pris les intervalles entre les cloisons & les loges qu'ils forment , pour la place qu'avoient occupée les graines , ou bien il aura pu prendre les étamines même pour des semences , & voici , selon M. Guettard , la manière dont on peut présumer que se fait la fécondation dans la *Marfilea*.

Les véritables organes de la génération de cette plante , sont , comme ceux du *lemma* & de la pillulaire , contenus dans les coques qui naissent de l'origine de chaque conjugaison de feuilles , mais avec cette différence que dans le *lemma* & la pillulaire , chaque coque contient des étamines & des pistils , au lieu que dans la *Marfilea* , de huit à neuf coques qui naissent à chaque assemblage de feuilles , une seule renferme les pistils & les embryons , tandis que toutes les autres ne contiennent que des étamines ; il résulte de cet arrangement , que la fécondation ne peut s'opérer sans que les coques s'ouvrent , & il naît de cette

circonstance une objection que M. Guettard ne se dissimule pas. Les coques sont absolument plongées dans l'eau : comment donc supposer que la poussière des étamines puisse sortir des coques pour passer dans celle qui contient les embryons sans être absorbée par l'eau ? & quand même on supposeroit que les étamines donnassent , au lieu de poussière , une liqueur , ne se mêleroit-elle pas infailliblement avec l'eau dans laquelle les coques sont plongées , avant que d'avoir pu parvenir à la coque qui contient les embryons ?

Quelque forte que puisse paroître cette objection , M. Guettard ne la croit cependant pas sans réplique : l'eau n'est point , selon lui , un obstacle à la fécondation des graines de la *marfilea*. M. de Jussieu a observé que la poussière des étamines du *lemma* s'ouvroit dans l'eau & y formoit un petit nuage facile à distinguer : cette liqueur féminale est donc une liqueur visqueuse & qui se mêle difficilement avec l'eau ; l'analogie qui se trouve entre le *lemma* & la *marfilea* , porte à croire que les poussières de cette dernière sont de même nature ; elle peut donc se conserver dans l'eau assez long-temps pour qu'elle pénétre

les coques qui contiennent les embryons; & quand même on supposeroit qu'une partie de cette liqueur fût dissoute par l'eau, il y a tant de coques à étamines autour d'une seule coque à pistil, qu'il seroit bien difficile qu'il ne se trouvât assez de liqueur féminale pour féconder les embryons : la Nature semble avoir eu ces hasards en vue, lorsqu'elle a entouré chaque coque à pistils d'un si grand nombre de coques à étamines.

Il pourroit d'ailleurs arriver que la fécondation des graines de la *marfilea* ne se fît que lorsque l'eau, en se retirant ou en s'évaporant, l'a laissée à sec; alors toutes les difficultés seroient levées, & cette fécondation se feroit comme celle des plantes terrestres. Cette idée même est d'autant plus vraisemblable, que M. Guettard a conservé long-temps dans l'eau des pieds de *marfilea*, sans que les coques se soient ouvertes, tandis que celles de quelques autres pieds, qui avoient été abandonnés par l'eau dans laquelle ils étoient, se sont toutes ouvertes.

Il ne reste donc presque aucun doute que les coques de la *marfilea* ne contiennent les parties de la génération, & en ce point elle a une ressemblance bien

marquée avec le *lemma* & la pillulaire ; mais elle en diffère en plusieurs points : ses semences ont un péricarpe ou enveloppe particulière, & celles du *lemma* n'en ont point ; les étamines ont un pédicule commun, & celles du *lemma* sont attachées aux cloisons qui divisent intérieurement les coques ; les sommets sont allongés dans le *lemma*, & arrondis dans la *marfilea* ; les pistils du *lemma* sont entourés d'une membrane, ceux de la *marfilea* n'en ont point ; les coques du *lemma* sont simples, & celles de la *marfilea* sont doubles ; mais la plus marquée de toutes les différences qui se trouvent entre les deux plantes, est que dans le *lemma* les fleurs mâles & les fleurs femelles sont renfermées dans une même coque, au lieu que dans la *marfilea* elles sont renfermées dans des coques différentes.

La *marfilea* ne peut donc être comprise sous le même genre que le *lemma*, elle en diffère par trop de points essentiels, & elle constitue un genre particulier très-voisin de celui de ces plantes ; mais qui cependant n'est pas le même ; elle est parmi les plantes aquatiques dont les fleurs sont enfermées dans des coques, ce que le chanvre, le maïs &

quelques autres plantes sont parmi les autres plantes terrestres. M. Guettard ne connoît encore que la *marfilea* qui soit de ce genre ; mais peut-être se trouvera-t-il d'autres espèces qui lui appartiendront.

Cette plante est connue des Botanistes sous différens noms : Jean Bauhin la nomme *lens palustris Patavina* ou la lentille d'eau de Padoue ; Gaspard Bauhin & Magnol lui donnent le nom de *lenticula palustris retifolia punctata* ou l'entille d'eau dont les feuilles sont à réseau & marquées de points : Cæsalpin lui donne le nom de *Stratiotes* (1) ou soldat, on ne fait trop pourquoi, à moins qu'il ne l'ait confondue avec quelque autre plante connue des Anciens sous ce nom. Micheli la nomme *salvinia* du nom d'un Patricien Florentin, auquel il vouloit apparemment faire sa cour ; mais M. Linnæus a pensé qu'ayant une plante à nommer, il étoit plus à propos d'en faire un monument à la gloire d'un des plus illustres Botanistes du siècle passé, qu'à celle de tout autre, & il l'a nommée *marfilea*, du nom du célèbre comte

(1) Στρατιώτης, *miles*.

Marfigli, autrefois Membre de cette Académie, & l'un des hommes, peut-être, auxquels les Sciences en général, & en particulier la Botanique soient les plus redevables. M. Guettard étoit trop attaché à l'Académie & aux Sciences qui font l'objet de ses travaux, pour ne pas adopter ce nom & la façon de penser de M. Linnæus, & il a en effet conservé à cette plante singulière le nom de *marfilea* que ce célèbre Botaniste lui avoit donné.

OBSERVATIONS BOTANIQUES.

I.

M. MONTET, de la Société Royale des Sciences de Montpellier, remarqua, dans un voyage qu'il fit sur les montagnes de l'Esperou & de l'Algoual, que tous les champignons de l'espèce de ceux qu'on nomme *fungus maximus pedis equini specie*, qui croissent sur les hêtres dont ces montagnes sont remplies, naissoient principalement sur les troncs de ces arbres qu'on a coupés, & que les Bûcherons laissent de quatre ou cinq pieds de hauteur; il observa aussi qu'ils ne croissoient que sur ceux de

ces troncs qui commençoient à pourrir , & que s'il se trouvoit quelques-uns de ces champignons sur des arbres entiers & vivans , ce n'étoit jamais que sur quelque partie de l'arbre déjà morte ; les habitans de l'Esperou l'ont assuré , qu'avant d'appercevoir ces champignons sur les troncs d'arbres morts , on en voyoit découler beaucoup d'eau ; la partie interne de ces *fungus* sert à faire de l'amadou , on l'emploie aussi à préparer cette matière qui arrête le sang selon la découverte de M. Brossard ; mais il n'est pas vrai qu'il n'y ait que ceux de ces champignons qui croissent sur le chêne qu'on puisse employer à ce dernier usage. M. Montet a employé avec succès des *fungus* crûs sur le hêtre , peut-être ceux qui croissent sur les autres bois y sont-ils également propres. Nouvelle facilité de préparer cet utile remède ; on peut encore , si les uns & les autres manquoient , employer la poudre contenue dans le *lycorperdon* ou vessie de loup qui , suivant les observations de M. la Fosse , vérifiées en présence des Commissaires de l'Académie , produit à-peu-près le même effet. M. Montet observe que , puisque ces *fungus* ne croissent que sur la partie morte de

l'arbre, on peut en inférer avec assez de vraisemblance que s'ils ne sont pas entièrement le produit de la putréfaction, au moins concourt-elle pour quelque chose à leur production. On en trouve d'une grosseur extraordinaire, & qui surpassent celle du pied du plus gros cheval de frise, ils sont fort adhérens au tronc de l'arbre, & on a peine à les en détacher.

II.

Le même M. Montet se trouvant, pendant les vacances de 1762, dans un endroit appelé *Beaulieu* près du Vigan, au diocèse d'Alais, remarqua que sur un assez grand nombre d'arpeas de terre tous plantés de mûriers depuis 10 jusqu'à 25 ans, il y en avoit plusieurs des plus grands à demi morts, d'autres fort pâles & fort éloignés de leur couleur ordinaire, & que ces arbres malades se trouvoient sur la même ligne; il s'informa de ceux du canton d'où venoit cet accident, & il apprit qu'il n'étoit que trop ordinaire, non-seulement à *Beaulieu*, mais encore dans les Paroisses voisines, comme le Vigan, Aulas, Saint-André, où on élève quantité de vers-à-soie; & que les habitans se

plaignoient que, lorsque dans une pièce de terre plantée de mûriers de l'âge de ceux dont nous venons de parler, il y en avoit quelqu'un qui mouroit, tous les autres périssent successivement : cette maladie épidémique des mûriers commence ordinairement par la cime, & voici ce qu'on a observé.

Au temps de la sève on commence à voir découler du collet d'une grosse branche beaucoup d'eau qui noircit toute l'écorce où elle touche ; dès qu'on voit couler cette eau en abondance, on juge l'arbre perdu, & quelque soin qu'on ait de couper la branche d'où l'eau découle, l'arbre périt par parties dans un certain espace de temps : on remarque même que si l'on coupe toutes les grosses branches, l'arbre pousse l'année suivante de forts rejettons, mais qui périssent au bout de l'année, & il arrive très-souvent que cette maladie se communique successivement dans l'espace de quelques années aux autres mûriers de la même plantation.

Une circonstance que les habitans de ce canton ont fait observer à M. Montet, pourroit peut-être donner quelques lumières sur la cause de cette épidémie, lorsqu'on arrache des mûriers de quinze

à vingt années & absolument morts ; pour les remplacer par de jeunes arbres de la même espèce , si on néglige d'enlever jusqu'aux plus petits fragmens des racines du mûrier mort , celui qu'on met en sa place ne pousse que lentement , réussit mal & se rabougrit ; aussi ces arbres ne viennent-ils jamais mieux que dans les terrains où il n'y en a jamais eu : la pourriture des racines mortes porte donc une espèce de contagion aux racines vivantes , du moins dans toute cette partie des Cévennes ; mais comme cet effet pourroit aussi dépendre du terrain de ces cantons , M. Montet n'a pas oublié de l'examiner , & il a trouvé que ce terrain n'étoit presque par-tout composé que d'une légère couche de terre sablonneuse au-dessous de laquelle on trouvoit ce qu'on appelle en langage du pays , *cistras* ; ce *cistras* qui est plus ou moins dur s'émie toujours assez facilement sous les coups d'un pic de fer ; il est composé de mica & d'un quartz qui est une espèce de granit mol. dont tout ce canton abonde ; il s'y en trouve aussi de très-dur , aussi beau que celui d'Egypte , & qui est susceptible du plus beau poli , nouvelle source de cette matière qu'on a cru si long-temps propre

à l'Égypte, & dont le Royaume se trouve peut-être aussi abondamment pourvu qu'elle ait jamais été : cette découverte est un fruit surnuméraire des observations de M. Montet.

CETTE année parut un ouvrage de M. du Hamel, intitulé *Éléments d'Agriculture* ; deux Volumes in-12 , Paris , chez Guerin.

L'Art de l'Agriculture est vraisemblablement le plus ancien des Arts ; les productions de la terre , destinées par l'Auteur de la Nature , à nourrir les hommes & les animaux , & à leur procurer tous leurs besoins & toutes leurs commodités , doivent être regardées comme les véritables richesses ; les métaux , les monnoies , & tout ce que la facilité du commerce a fait inventer en ce genre n'en font que les signes ; mais ces véritables richesses sont le fruit du travail , elles ne nous sont accordées qu'à ce prix ; dès que ce travail se relâche ou s'exécute mal dans un État , quelques avantages qu'il puisse avoir d'ailleurs , il ne peut manquer de s'affoiblir : la culture des terres , celle des arts , & le Commerce, qui en est la suite nécessaire,

sont , pour ainsi dire , les nerfs qui lui donneront de la force , en augmenteront infailliblement la puissance , & qui procureront l'aisance aux Citoyens.

Toutes ces considérations avoient porté depuis long-temps M. du Hamel à tourner ses vues plutôt du côté de la culture des plantes , que de celui de la nomenclature , & à faire sur ce sujet un nombre infini d'expériences & de recherches , dont plusieurs ont été publiées dans les Mémoires de l'Académie ; il avoit même publié à part la culture de la garence , & tout ce qui concernoit la méthode de cultiver les terres , proposée par M. Tull. Mais malgré l'utilité de tous ces morceaux détachés & d'une infinité d'autres , publiés par différens auteurs , il manquoit aux agriculteurs & à ceux qui avoient envie de le devenir , ou du moins de se mettre à portée de veiller à l'amélioration de leurs héritages , un livre qui pût leur indiquer les principes généraux sur lesquels ils devoient se régler , & qui , en leur enseignant les différentes manières d'opérer , usitées dans les différens endroits , les mît en état de choisir celles qui pouvoient leur être utiles , & de s'affranchir du joug de la tyrannie , du préjugé

& de la routine. C'est sur ce plan qu'a travaillé M. du Hamel, dans l'ouvrage dont nous allons essayer de donner une idée.

Les principes généraux de la Botanique sur la structure des plantes & sur l'économie végétale, ne sont pas bornés aux seules plantes curieuses, ils s'appliquent également aux plantes champêtres; & il seroit aussi ridicule d'entreprendre un Traité d'Agriculture sans ces connoissances préliminaires, que de vouloir enseigner la Médecine sans donner des notions d'Anatomie & d'Économie animale : c'est aussi à présenter au Lecteur ces principes si nécessaires, qu'est destiné le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel.

La première division des plantes est en vivaces ou annuelles; & sous ce dernier titre, sont contenues non-seulement celles qui ne vivent qu'un an ou moins d'un an, mais encore celles qui ont une plus longue durée, comme les navets, les carottes, les scorfonères, qui durent, à la vérité, plus d'une année, mais périssent aussitôt qu'elles ont donné leur fruit. Les racines des plantes donnent encore une seconde manière de les diviser; les unes ont une masse charnue,

qui leur sert de racine , & qui prend le nom de bulbe ou d'oignon , si elle est composée de couches qui s'enveloppent les uns les autres , & celui de tubercules , si cette masse est solide & sans aucunes couches ; les racines peuvent encore être *pivotantes* ou ce qu'on nomme *latérales* ; c'est-à-dire , s'enfoncer profondément en terre ou s'écarter de la plante , en rampant près de la surface de la terre. M. du Hamel examine le plus ou le moins de facilité que les unes & les autres ont à pénétrer la substance du terrain , & les effets qui en résultent , toutes connoissances nécessaires pour donner à chaque terrain les plantes qui lui sont propres , & à chaque plante la culture qui lui convient ; les tiges des plantes ne sont pas un objet moins important que les racines avec lesquelles elles ont d'ailleurs une telle proportion , qu'elles dépendent presque toujours les unes des autres ; aussi sont-elles un objet dans le premier livre de l'Ouvrage de M. du Hamel : ces tiges & leurs branches sont essentiellement destinées à porter les feuilles & les fleurs , auxquelles doivent succéder les graines ou semences ; les premières ne sont pas seulement destinées à servir d'ornement à la plante &

à mettre à couvert les boutons & les fleurs, elles ont une fonction bien plus importante, & on feroit sûrement périr une plante à laquelle on enlèveroit subitement toutes ses feuilles; les expériences de Mrs Mariotte, Woodward; Hales, Guettard, &c. ont fait voir quels sont les organes destinés à la transpiration des plantes, & que de plus elles leur servent aussi de suçoirs, pour pomper l'humidité des rosées. On conçoit donc avec quelle attention elles doivent être ménagées, & qu'on peut se servir de cette propriété pour affoiblir à dessein, & par une soustraction de feuilles prudemment faite, un arbre trop vigoureux ou une branche gourmande; les fleurs ne sont pas des organes moins importants, elles contiennent les embryons des semences & les parties destinées à les féconder; dans le plus grand nombre, les parties mâles & femelles sont renfermées dans la même fleur, mais dans d'autres il y a des fleurs mâles & des fleurs femelles séparées: tels sont les chatons du noyer, destinés à féconder les embryons des noix placées sur le même arbre, mais dans des endroits différens; enfin, il y a des plantes où les fleurs mâles & les femelles sont

142 HISTOIRE DE L'ACAB. ROY.

portées par des individus différens ; comme le chanvre. La sève, cette liqueur qui sert, pour ainsi dire, de sang aux arbres, méritoit bien un examen particulier : on a long-temps cru qu'elle circuloit comme le sang, mais cette opinion n'a pas été soutenue jusqu'ici de preuves suffisantes ; il est bien certain que la sève est attirée par les plantes avec une force surprenante : on ignore la cause de cette attraction ; mais le fait existe, & M. du Hamel le détaille dans toutes ses circonstances. L'examen des différens changemens que la sève, vraisemblablement assez constamment la même pour toutes les plantes, reçoit en passant par leurs différens couloirs, n'est pas un point moins surprenant ni moins intéressant que tous ceux dont nous avons parlé, & M. du Hamel ne le laisse pas ignorer à ses Lecteurs : ce suc, quel qu'il soit, que les plantes pompent par leurs racines, doit être tiré de la terre, il peut être différent dans les différens terrains, mais au moins y est-il plus ou moins abondant, & plus ou moins facile à en tirer ; il est donc nécessaire de connoître les différentes natures de terres, & de juger celles qui peuvent retenir l'eau suffisamment, trop.

ou trop peu , pour pouvoir remédier à leurs défauts ou ne leur confier que les plantes qui peuvent convenir à leur nature.

Nous avons déjà dit au commencement de cet article , que les fruits de l'Agriculture devoient être la suite du travail ; il faut préparer la terre , si on veut qu'elle multiplie les semences qu'on y jette. Cette préparation est l'objet du second livre de M. du Hamel : la terre qu'on se propose de mettre en valeur peut être , ou couverte de bois , on en lande , ou en friche , ou enfin trop humide ; dans le premier cas , non-seulement on coupe les arbres , mais on arrache soigneusement les racines , & ces arrachis préparent si bien le terrain , qu'on est assuré d'y faire de bonnes récoltes plusieurs années de suite ; mais il ne faut , suivant la judicieuse remarque de M. du Hamel , user de cette ressource que sobrement ; un arpent de bois , partout où on en a le débit , valant presque toujours mieux qu'un arpent de blé : les landes & les friches se travaillent différemment ; on met le feu aux herbes & aux broussailles qui les couvrent , & ensuite , après avoir arraché à la pioche les racines des arbrustes & des plantes

brûlées , on laboure plusieurs fois ces terres , & on les sème ; dans d'autres pays , on travaille les terres en le écobuant : on lève avec une écobue qui est une pioche courbe & large toute la superficie de la terre en gazons , & après les avoir bien fait sécher , on en construit des fourneaux où l'on met le feu avec un peu de bois , ces fourneaux eux-mêmes se brûlent , & forment une cendre qui , étant répandue sur la terre avant que de la labourer , la fertilise merveilleusement ; les terres trop humides deviennent fertiles en procurant un écoulement aux eaux qui les abreuvent , ou en empêchant celles des terrains supérieurs de s'y décharger ; des fossés dont on les entoure , produisent ce bon effet , & les mettent en même temps à l'abri d'être gâtées par le bétail ; enfin on doit soigneusement épierrer les terres qu'on veut mettre en valeur , sur-tout si elles sont destinées à porter des plantes qui exigent une terre meuble & assez profondément travaillée.

La terre ayant été , par les opérations précédentes , mise en état d'être labourée , il faut lui donner cette préparation : elle est si importante , qu'elle décide presque entièrement du sort de la récolte ,
 &

& que les labours multipliés peuvent suppléer seuls aux fumiers & aux autres engrais, comme l'expérience l'a montré, au lieu que les terres les mieux fumées ne rapportent que peu, si elles ont été mal travaillées.

Labourer la terre est en soulever & en diviser les molécules pour donner plus de facilité aux pluies, aux rosées & aux autres influences de l'air de s'y insinuer, pour faciliter aux racines des plantes qu'on y veut semer le chemin qu'elles doivent y faire en s'étendant sous la terre, & enfin pour faire périr les plantes sauvages qui nuiroient à celles qu'on a dessein de semer.

On peut employer divers moyens pour opérer cette division ; la bêche, la houe, la pioche peuvent y servir utilement tant qu'on n'aura qu'une petite étendue de terrain à travailler ; mais dès que cette étendue se multiplie, elle devient un obstacle à cette espèce de travail qui demanderoit trop de bras ; on a donc imaginé des machines auxquelles on a donné le nom de *charrues*, qui, armées de fers différemment contournés, ouvrent la terre & la retournent en la renversant par le moyen d'une pièce de bois disposée à cet effet qu'on

nomme, selon la figure, *oreille* ou *verso*ir ; cette machine traînée par des bœufs, des chevaux, ou par d'autres bêtes de somme, & conduite par un seul homme qui la guide, expédie le travail avec bien plus de vitesse, & presque aussi bien que le feroit la bêche ou le crochet ; nous disons presque aussi bien, car l'expérience a fait voir que les terres labourées à la bêche l'étoient mieux & plus profondément que celles qui avoient été labourées à la charrue ; heureusement le travail de ces dernières est suffisant pour la plupart des plantes qu'elles doivent recevoir. La différence de la nature des terres fait nécessairement varier la manière de les labourer ; les terres qui ne craignent point l'eau doivent être labourées à plat, on y creuse seulement, en suivant la pente du terrain, quelques forts sillons qui traversent les raies, & qui servent à en retirer les eaux : dans les terres sujettes à être noyées, on laboure en planches, c'est-à-dire qu'après plusieurs raies on en creuse une beaucoup plus profonde, & qu'on tient le milieu de ces planches plus élevé que les bords ; on laboure aussi les terres plus ou moins profondément, suivant qu'elles sont

fortes ou légères, argilleuses ou crayonneuses ; les temps & le nombre des labours varient aussi, non - seulement selon la nature des terres, mais encore selon celle du grain que l'on veut semer.

Nous avons dit que les façons qu'on donnoit à la terre, avoient pour principal but de la rendre meuble, & d'en écarter les molécules ; on y contribue par le mélange des fumiers & des autres engrais ; le premier, qui n'est autre chose qu'un mélange de paille & d'autres substances végétales jointes aux excréments des animaux, opère une véritable division par la fermentation qu'il subit ; les curures de fossés, celles d'étangs, les débris des vieux murs de terre sont encore employés aux engrais ; on tire du fond de la terre, une terre crayonneuse, douce au toucher & très-grasse, qu'on nomme *la marne*. Cette terre procure aux terres, suivant la nature dont elle est, une fertilité plus ou moins durable ; quelques terres trop grasses s'améliorent avec du sable, des débris de coquilles, même avec des plâtras pulvérisés. Dans quelques Provinces on prépare des engrais avec des végétaux qu'on laisse pourrir en tas ; en un mot, il peut y avoir autant d'engrais

que de circonstances particulières, pourvu qu'on ne perde pas de vue le principe général qu'ils doivent contribuer à diviser les molécules de la terre, sans la dessécher plus qu'il n'est nécessaire, & qu'on ne les emploie qu'avec prudence.

Il est très-rare qu'une même terre puisse porter tous les ans du froment; il s'en trouve quelques morceaux dans ce cas, mais en général elles ont besoin d'êtreensemencées d'autres plantes, & même de se reposer de temps en temps. Dans ce pays-ci, on a coutume de partager les terres labourables en trois parties, qui sont successivement semées en froment, en mars, c'est-à-dire en avoine, pois, orge, &c. & en jachère ou repos: c'est pendant cette année de repos qu'on a le temps de donner aux terres les façons nécessaires pour les mettre en état de porter du blé. Dans quelques provinces du royaume, on ne partage les terres qu'en deux *soles* ou parties, qui portent alternativement du blé & des menus grains; on voit bien que tout cet arrangement doit dépendre de la nature du terrain & de la récolte plus ou moins avancée des plantes qui doivent faire place au blé, puisqu'il faut toujours trouver le temps de donner

à la terre les façons qu'exige ce dernier.

Lorsque la terre a été bien préparée , on peut lui confier les semences ; mais il faut , si on veut avoir une bonne récolte , les bien choisir & prendre garde qu'elles soient exemptes du mélange d'autres graines ; il y a plusieurs espèces de froment , & on doit étudier avec soin celle qui convient au terrain qu'on met en valeur ; les uns se sèment en automne , & passent , après avoir levé , tout l'hiver en terre ; d'autres se sèment au printemps , & c'est la ressource des pièces qui ont été endommagées par l'hiver ; on change de temps en temps les semences , c'est-à-dire , qu'on les tire d'un autre canton : cet usage est presque généralement établi , non-seulement pour le blé , mais encore pour toutes les autres graines. On sème communément le grain de la dernière récolte ; mais il est constant , par des expériences incontestables , qu'on peut employer , du moins pour le blé , des semences de deux ans , & peut-être de plus anciennes.

On donne au grain quelques préparations avant que de le mettre en terre , on le passe , par exemple , à l'eau de chaux , on le dépouille soigneusement

150 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

de tout le blé noirci par une maladie dont nous parlerons bientôt; mais ces préparations utiles ne doivent pas être confondues avec de prétendues liqueurs prolifiques, qui, à en croire leurs inventeurs, doivent multiplier prodigieusement le produit des grains qui en auront été imbibés, indépendamment de toute culture, & affranchir les hommes de l'arrêt qui les condamne à devoir le pain, qui leur sert de nourriture, à leur peine & à leur travail; il n'est pas difficile de voir quel fonds on peut faire sur de pareille promesses: comme il s'est cependant trouvé quelques personnes assez crédules pour s'y fier, M. du Hamel a fait l'honneur à celles de ces pratiques qui sont venues à sa connoissance de les essayer, & il a trouvé, comme il s'y attendoit bien, qu'elles ne produisoient aucun effet.

Les semences étant bien préparées, il les faut jeter en terre dans la quantité convenable, & dans la saison & la température qui leur est propre; la saison de semer les blés est en automne, & on ne peut trop recommander aux Laboureurs de profiter des premiers temps convenables; le blé qui doit passer l'hiver en terre, a besoin d'une certaine force pour

y résister, & il pourroit bien en manquer, si les semences trop tardives ne lui avoient pas permis de l'acquérir avant les gelées, ils feroient d'ailleurs plus exposés aux maladies dont nous parlerons incessamment; on sème communément ici au commencement d'Octobre, & l'expérience a dicté à chaque province le temps de cette opération; il faut que dans le temps où l'on sème, la terre ait assez d'humidité pour faire lever le grain, mais qu'elle n'en ait pas assez pour le noyer & le pourrir; les semences du printemps se font ordinairement dans le mois d'Avril, c'est le temps où l'on sème l'orge, l'avoine, le blé de mars & les autres menus grains.

On sème communément à la main; le semeur prend le grain à poignées dans une espèce de tablier entortillé autour d'un de ses bras & attaché à son cou, & le répand avec mesure; cet ouvrage exige beaucoup d'adresse & d'habitude, & une très-grande intelligence; toutes les terres exigent une quantité précise de chaque semence, si on leur en donne moins, elles ne portent pas autant qu'elles peuvent porter, & si on leur donne trop, on affame les plantes. M. du

Hamel donne les moyens de déterminer cette quantité pour chaque terrain : les semences étant faites , on les recouvre par le moyen de la herse , espèce de rateau armé de longues dents de bois , qu'on fait traîner par des bêtes de somme ; mais , quelque précaution qu'on prenne , il y a toujours beaucoup de grain à découvert ou peu enterré , qui ne germe pas ou devient la proie des oiseaux ; ces inconvéniens ont fait penser qu'un instrument qui semeroit toujours le grain à la profondeur qu'on desire , qui n'en semeroit que la quantité nécessaire & qui le recouvreroit exactement , seroit une chose très-utile ; cet instrument est le semoir qui produit de lui-même , en le promenant dans les raies , tous les bons effets dont nous venons de parler , & dont M. du Hamel donne une description bien détaillée.

Le blé une fois levé , demeure exposé aux ravages qu'y causent les mauvaises herbes , les insectes & les oiseaux ; on diminuera beaucoup celui des premières , si on a soin de retourner les guérets de bonne heure , & aussitôt que les jachères commencent à verdier , les plantes alors n'ont encore produit ni fleurs ni graines , & on ensevelit avec elles

toute leur postérité ; il est vrai qu'en même temps on occasionne la germination d'autres graines ; mais un second labour fait à propos , détruira encore celles-ci , & il est de fait que plus on multiplie les labours dans les jachères , & moins le blé est infecté de plantes étrangères : on prend encore la précaution de sarcler les blés au printemps , pour achever de détruire celles qui auroient pu échapper aux labours ou y pousser depuis ; ce n'est pas qu'avec toutes les attentions possibles on doive se flatter de les voir toutes détruites , il se trouve des graines qui peuvent se conserver en terre un espace de temps surprenant : les expériences de M. du Hamel lui ont constaté cette vérité ; mais il y en aura toujours beaucoup moins que si on n'avoit pris aucune précaution , & ce peu ne sera pas capable de causer beaucoup de dommage. Les oiseaux sont encore des ennemis que les blés ont à craindre : les corneilles savent punir de leur négligence les riverains des forêts dont les blés ne sont pas levés & assez forts avant qu'elles arrivent ; elles arrachent le grain qui est dans la terre ; les pigeons y causent aussi quelque dommage , qui n'est , pour ainsi

dire, que momentanément : mais les ennemis les plus redoutables pour le blé, sont les moineaux, ils ont quelquefois mangé le tiers ou la moitié de la récolte dans les pièces détachées ; le remède est de leur tendre des pièges, de leur faire une guerre continuelle, & de les effrayer même en les tirant dans les endroits où cela est permis ; on en a tué en un seul été plus de cinq cents dans un médiocre clos où ils auroient tout dévoré sans cette précaution ; à l'égard des insectes, il est presque toujours très-difficile de les détruire, & s'il est possible d'y parvenir, ce n'est qu'avec une constante assiduité à observer la nature &, pour ainsi dire, la marche de ceux qu'on peut avoir à combattre.

Les végétaux ne sont pas plus exempts que les animaux de maladies capables de déranger ou même de détruire leur organisation ; c'est à l'examen de celles qui peuvent attaquer le blé qu'est destiné le troisième livre des Éléments d'agriculture ; ces maladies sont la nielle, le charbon, l'ergot, le grain coulé, le grain retraits, le grain rouillé, le grain avorté & enfin le blé stérile, auxquelles M. du Hamel joint le blé versé, accident qui, malheureusement, n'est que trop commun & qui vaut bien une maladie.

La *nielle* est souvent confondue avec le *charbon*, mais elle en diffère en bien des points, & sur-tout dans les deux suivans ; les épis niellés ne contiennent point de grain, au lieu que ceux qui sont charbonnés en contiennent ; mais ce grain est totalement vicié, & la poussière qu'il rend lorsqu'on bat le blé, a la mauvaise propriété de s'attacher aux grains sains, & de leur communiquer celle de produire des blés attequés de la même maladie ; la cause de ces deux maladies est encore assez peu connue : on a trouvé cependant des remèdes contre la maladie du charbon ; les expériences de Mrs Tillet & Aymen ont appris que le lait de chaux joint à une lessive assez forte dans laquelle on trempe le blé de semence, qu'on fera toujours bien de choisir le plus exempt de noir qu'il sera possible, préserve le grain de cette maladie, dont très-peu de pieds sont attequés dans les champs semés de cette manière.

L'*ergot* est une espèce de maladie qui attaque très-souvent le seigle & plus rarement le froment ; les grains viciés de cette manière deviennent plus gros & plus longs que les grains sains, & se trouvent plus ou moins courbés ; ils sont

bruns ou noirâtres, & leur surface est raboteuse; ils contiennent au milieu un peu de farine blanche enveloppée d'une autre farine rousse ou brune; cette farine est âcre, & elle a la funeste propriété de faire tomber les membres de ceux qui en mangent dans leur pain; elle occasionne une gangrène sèche. On a vu dans l'hôpital d'Orléans plusieurs habitans de la Sologne, n'ayant plus que le tronc, & attendant, en cet état, une mort inévitable. Ce malheur est facile à éviter dans les années où la récolte est bonne, parce qu'il est très-aisé de séparer l'ergot du bon grain avec le crible; mais dans les années de disette, les habitans diminueroient trop la quantité de leur grain, & ils aiment mieux s'exposer au risque de la gangrène, que de mourir sûrement de faim. Ne seroit-ce pas en pareille occasion une dépense utile que de leur donner autant de bons grains qu'ils auroient séparé d'ergot du leur? on conserveroit la vie, par ce moyen, à un grand nombre de malheureux. Si les Rois sont, par état, les pères de leurs Peuples, pourroient-ils regarder comme une dépense onéreuse le moyen de préserver leurs enfans de la mort?

La rouille est une maladie qui attaque

toute la plante du blé ; les feuilles & les tiges paroissent couvertes d'une poussière couleur de rouille de fer & très-peu adhérente ; on n'éprouve guère cette maladie que dans les années où le printemps a été humide , & qu'ensuite de plusieurs jours secs & sans rosée le soleil se montre après un brouillard sec ; cette maladie est très-fâcheuse , elle peut réduire à rien les plus beaux fromens ; mais on n'en connoît ni la cause ni le remède : comme elle consiste principalement en une poussière qui se trouve sur la plante du blé ou de l'herbe , car elle attaque aussi les foin , il pourroit se faire que les animaux qui mangent ce fourrage en fussent incommodés. M. du Hamel propose d'en faire l'expérience , en nourrissant quelques bestiaux uniquement de paille & de foin rouillé pour supprimer absolument cette nourriture , si elle est nuisible , ou pouvoir l'employer sans inquiétude , si elle ne l'est pas.

On appelle *blé corlé* celui dont les épis , au lieu d'être bien remplis de bons grains , en sont absolument dénués à la pointe ou n'en contiennent que de mauvais dénués de farine , & qui s'échappent par le crible avec la poussière ; cet

accident est causé par tout ce qui peut déranger la végétation & affoiblir les plantes; les blés qui se trouvent dans de bonnes terres bien façonnées, y sont bien moins sujets que les autres.

Le *blé retrait* ou *échaudé* est celui qui, au lieu d'avoir sa surface unie & d'être bien rempli de farine, se trouve ridé extérieurement : cet accident ne fait que diminuer la quantité de la farine ; il n'altère point la qualité du grain, & on peut l'employer en semence, où il réussit aussi bien que d'autre ; il arrive, lorsque les blés ont été versés encore en lait, la paille ou rompue ou simplement pliée, ne fournit plus assez de nourriture au grain qui mûrit sans s'être suffisamment rempli ; les grandes chaleurs, qui accélèrent trop la maturité du blé, peuvent aussi produire le même effet ; le blé doit être pesant, uni à sa surface, & d'un jaune clair & brillant ; si cette surface est d'un blanc mat, on dit qu'il est glacé ; ce défaut vient des grandes chaleurs, qui ont accéléré la maturité du grain, lorsque sa farine étoit presque formée. M. du Hamel ne connoît d'autre défaut au grain glacé, sinon que sa farine boit peut-être un peu moins d'eau que d'autre lorsqu'on la pétrit.

Le blé avorté n'est heureusement pas fort commun ; la plante, dans cette maladie, devient véritablement rachitique comme les enfans qu'on nomme *noués* ; elle est toute contournée & croît moins que les autres ; elle ne produit que des grains monstrueux, cornus, semblables à des pois, &c. on n'en connoît ni la cause ni le remède.

Il arrive dans quelques provinces, que les blés sont attaqués d'une autre espèce de maladie qu'on nomme *stérilité* ; la plante de ces blés stériles est forte & vigoureuse ; mais les organes femelles de la fleur sont presque détruits, en sorte que la fécondation ne pouvant se faire, le grain avorte absolument. M. Aymen attribue cet accident ou à la trop grande quantité de sève qui se porte à la plante & affame l'épi, ou à des gelées survenues dans le temps du développement de l'épi, qui ont attaqué les organes femelles de la fleur apparemment plus délicats.

Les meilleurs blés sont encore sujets à un accident qui souvent fait évanouir les espérances les mieux fondées du Laboureur ; ils sont ce qu'on appelle *versés* ou *couchés* par la pluie & le vent ; s'ils n'ont fait que plier, le mal n'est pas grand, ils se relèvent d'eux-mêmes ; mais

si au contraire la paille est cassée ou forcée par le pied , alors ils ne se relèvent plus. Les blés versés peuvent mûrir , si cet accident leur arrive aux environs de la moisson & que la pluie ne continue pas ; mais s'ils sont couchés long-temps avant la récolte ou que la pluie continue , ils sont bientôt recouverts par l'herbe ; la paille pourrit , le grain germe , & on est obligé de les couper pour servir de nourriture aux bestiaux : cet accident arrive plus souvent aux blés bien travaillés qu'aux autres , parce que leur paille étant plus haute & leur épi plus pesant , ils donnent plus de prise à la tempête ; mais comme il dépend de causes qui ne sont point au pouvoir des hommes , on ne connoît jusqu'ici aucun moyen de le prévenir.

Lorsque les blés ont échappé à tous les accidens dont nous venons de parler & qu'ils sont parvenus à leur maturité , il n'est plus question que de les recueillir & de les ferrer : c'est cette récolte qui fait le sujet du quatrième Livre de M. du Hamel.

La première attention qu'on doit avoir , est de bien saisir le point de maturité du grain ; s'il est trop verd , il devient retraits dans le tas ; s'il est trop

mûr , il s'égrène : heureusement toutes les piéces d'une même ferme ne mûrissent pas toutes à la fois , & un bon Laboureur commence toujours par les plus pressées. On coupe communément le blé avec une faucille , au lieu qu'on fauche l'orge & l'avoine ; on se sert cependant de la faux pour le blé dans certaines provinces , mais il faut que la lame en soit plus petite & montée sur un manche auquel il y ait une baguette ployée en arc , pour jeter le blé coupé sur celui qui reste debout & l'empêcher de s'éparpiller : cette méthode peut être pratiquée avec succès ; on ne doit pas craindre qu'elle fasse plus égréner le blé que la méthode ordinaire , & elle est beaucoup plus expéditive : avantage immense si on considère qu'il ne faut souvent qu'un orage , survenu pendant la moisson , pour tout gâter , & que par conséquent les momens y sont bien précieux. Un autre avantage de cette méthode , est qu'on emploieroit par ce moyen à ramasser le grain coupé derrière le Faucheur , une grande quantité de femmes infirmes , d'enfans , &c. qui demeurent inutiles dans la méthode ordinaire , ce qui empêcheroit le désœuvrement & la mendicité qui en est une suite.

162 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

La paille des blés ainsi coupés est plus longue, l'herbe se reproduit plus vite dans les champs fauchés que dans les autres, & le bétail qu'on y met paître y trouve une pâture bien plus aisée, n'ayant pas les naseaux piqués continuellement par le long chaume qu'y laisse la faucille.

Les grains étant une fois coupés, il ne reste plus qu'à les tirer de leur épi, les nettoyer & en ferrer la paille. Dans les provinces méridionales du Royaume, on ne ferre jamais le blé dans son épi, on l'en tire aussitôt qu'il est coupé : dans quelques-unes on le fait fouler aux pieds des bestiaux, puis on sépare la paille hachée qui en provient, & qu'on transporte dans les magasins qui lui sont destinés, du grain qui est porté dans les greniers. Dans d'autres pays, où l'on veut conserver la paille, on bat le grain avec des fléaux, &, après l'avoir vanné, on le porte au grenier, & la paille dans la grange après l'avoir bottelée.

L'une & l'autre de ces opérations se faisant en plein air, il faut être assuré d'une sérénité de temps très-constante, qu'on ne peut se promettre dans la partie septentrionale du Royaume. On y ferre donc dans les granges les gerbes toutes chargées de grain, pour les battre

ensuite à couvert & à mesure qu'on en a besoin ; cet ouvrage dure communément tout l'hiver, & ne finit même souvent qu'au milieu de l'été. On a proposé depuis peu des machines pour abrégér cette opération ; & il seroit d'autant plus à souhaiter que l'usage s'en établit, que le travail des batteurs en grange est non-seulement pénible, mais si dangereux pour eux, à cause de la poussière qui sort du blé, que la plupart périssent de maladies de poitrine ou deviennent asthmatiques. Le blé une fois égréné, est passé par des cribles, dont les trous ont différentes figures & différentes grosseurs, pour en séparer les pailles ou épis rompus, dont on fourre des bottes de paille, qu'on appelle *grossets* & qu'on donne aux chevaux, & pour en ôter les petits grains & les graines étrangères qui s'y trouvent mêlées ; & c'est une chose singulière que l'adresse avec laquelle on a su trouver le moyen de percer des cribles de manière qu'ils séparent à volonté telle ou telle espèce de graine. Le blé nettoyé de cette manière, reçoit encore une préparation ; on le vanne, c'est-à-dire qu'on le secoue & qu'on le retourne dans un grand panier d'osier, qui a à peu près la figure

d'une grande coquille plate, afin d'en séparer la poussière, les barbes & tout ce qui auroit pu échapper aux différens cribles par lesquels on l'a passé. Ces matières plus légères viennent nécessairement au-dessus du grain, & on les en sépare en les balayant avec une plume.

On sépare ensuite le blé de différente qualité, & cette opération se fait encore par le moyen des cribles, dont les trous sont disposés pour cet effet ; c'est la dernière préparation qu'on donne au grain avant que de ferrer & de le mettre en état d'être conservé ; & cette conservation fait le sujet du cinquième Livre.

Lorsqu'une année a été pluvieuse, & la saison de la moisson sèche, alors les grains sont aisés à conserver ; mais lorsque l'année a été humide & la moisson pluvieuse, il faut multiplier les attentions pour éviter de perdre ces grains, & on doit même s'en défaire le plutôt qu'il est possible, parce qu'ils sont extrêmement sujets à fermenter, à cause de l'humidité surabondante qu'ils contiennent, & encore parce que ces blés sont extrêmement sujets à être endommagés par les insectes, destructeurs des grains, qui en sont très-friands.

Les greniers à blé sont ordinairement

de longues galeries bien carrelées, ouvertes, autant qu'il se peut, par des fenêtres opposées les unes aux autres, & garnies non-seulement de volets, mais encore de treillis de fil de fer assez serrés pour fermer le passage aux oiseaux : on y arrange le blé sur le plancher, qui doit être bien carrelé, & on en fait un tas de dix-huit pouces de hauteur sur presque toute la longueur du grenier, observant seulement de laisser tout autour un passage de trois pieds & un espace vuide de dix à douze pieds vers l'entrée, pour donner le moyen de changer le grain de place ; ce qu'on doit faire très-fréquemment, sur-tout les premiers mois, si on veut empêcher qu'il ne s'échauffe. On place ordinairement les greniers à blé au haut des bâtimens pour procurer à ce grain plus de sécheresse, mais aussi la chaleur y est favorable aux insectes destructeurs, & les tuiles leur offrent des asyles qui empêchent qu'on ne puisse les détruire ; d'un autre côté l'humidité des rez-de-chauffée seroit funeste au blé, & M. du Hamel pense, avec raison, qu'il sera toujours bien placé dans un lieu frais & sec.

Le blé une fois déposé dans les greniers,

doit être remué fréquemment, non-seulement pour éviter qu'il ne s'échauffe, mais encore pour incommoder & détruire les insectes qui s'y logent pour en manger la substance; les plus incommodes de tous, du moins en ce pays, sont les charançons. On a donné plusieurs recettes pour les détruire ou les chasser, mais M. du Hamel n'en a jusqu'ici trouvé aucune qui soit suffisante; il en est demeuré à éventer le blé fréquemment, en le remuant à la pelle & à le passer par des cribles de fil de fer à tambour: ces animaux, que le mouvement inquiete, ne manquent pas de retirer leurs pattes, & dans cet état, devenus plus petits qu'un grain de blé, ils passent à travers le crible & tombent dans un vaisseau de cuivre avec les épluchures; & comme ils ne peuvent gravir contre les parois, on les y trouve & on a soin de les détruire.

Il est cependant un moyen sûr de s'en défaire, c'est de faire passer le blé à l'étuve & de lui faire éprouver pendant plusieurs heures une chaleur de 90 ou 100 degrés du thermomètre de M. de Reaumur: on peut opérer le même effet, au moyen d'un four dans lequel on le passera partie par partie. La même

DES SCIENCES , 1762. 167
opération détruit aussi les fausses teignes
& tous les insectes qui attaquent le
blé.

La conservation des grains dans les
greniers ordinaires , est toujours dispen-
dieuse : pour y remédier , M. du Hamel
propose de se servir des greniers de son
invention , qui consistent en des coffres
de bois , dans lesquels on enferme le blé
& dans lesquels on peut l'éventer sans
le remuer , bien entendu cependant
qu'il ait été passé à l'étuve , dont il
donne aussi la description ; mais comme
l'Académie a déjà rendu compte de ces
inventions , d'après M. du Hamel même ,
tant dans son Histoire de 1745 (1) que
dans celle de 1753 (2) , nous prions le
Lecteur de vouloir bien y recourir.

Nous dirons la même chose de la
nouvelle culture suivant les principes
de M. Tull , qui fait l'objet des six &
septième Livres de M. du Hamel ; nous
avons dit par avance ce que nous en
pourrions dire ici , en rendant compte
dans l'Histoire de 1750 (3) de son Traité
de la culture des terres.

(1) Voyez l'Histoire 1745.

(2) Idem. 1753.

(3) Idem. 1750.

Le froment ordinaire n'est pas le seul grain qu'on cultive en grand, il y en a encore plusieurs autres dont la culture peut être utile, & ils font le sujet du huitième Livre : le premier est le blé qu'on nomme de *Mars*, parce qu'il ne se sème qu'au Printemps avec les grains qu'on nomme *mars* : quoiqu'on le récolte dans le même temps que l'autre blé, il devient une ressource dans plusieurs circonstances, comme lorsque la saison n'a pas permis de faire toutes les semences d'hiver : si quelque partie de ces semences a péri pendant l'hiver, ou a été dévorée par le gibier, ou enfin si les terrains sont assez humides pour qu'on ne puisse leur confier les semences que quand les pluies d'hiver sont cessées ; dans tous ces cas on est très-heureux de trouver dans le blé de Mars un dédommagement de la perte qu'on a essuyée. On sème encore quelquefois, mais en automne & en même temps que les autres blés, ce qu'on nomme *blé de miracle*, *d'abondance* ou de *providence* ; il exige une terre bien fumée & bien préparée, & rend beaucoup, mais il ne peut réussir par-tout. Le grain, connu sous le nom de *seigle*, est moins délicat, il s'accommode très-bien des terres les plus

plus légères ; il y en a de deux espèces , l'une qui se sème en automne & l'autre qui se sème au printemps ; il n'est sujet ni à la nielle ni au charbon , mais il est souvent ergotté. Souvent on sème dans les terres médiocres moitié froment & moitié seigle , & on nomme ce mélange *méteil* ; il exige les mêmes labours que le froment. L'épautre est une espèce de grain qui tient le milieu entre l'orge & le froment ; la farine en est assez belle , mais le son très-gros ; le pain qu'on en fait a bon goût , mais n'est pas aussi délicat que celui de froment. La culture de ce grain est la même que celle du froment , si ce n'est qu'il le faut semer plus tôt , quoiqu'il ne se récolte que plus tard. On cultive de trois sortes d'orge : l'orge carrée , dont les épis ont effectivement cette forme , & qu'on nomme aussi *escourgeon* , se sème en même temps que le froment , & même un peu avant ; ce sont les orges d'hiver : l'orge ordinaire , & celle qu'on nomme *ris d'Allemagne* , parce que les grains en sont blancs , se sèment au printemps avec les mars ; ce grain mêlé avec un peu de froment , fait de très-bon pain ; on en fait un gruau qui , préparé avec le lait , est une très-bonne nourriture ; enfin on l'emploie à

la nourriture du bétail & de la volaille : il fatigue les terres plus qu'aucun autre, & exige qu'elles soient bien amendées & bien fumées. On connoît dans ce pays deux sortes d'avoine qu'on cultive, l'avoine d'hiver, qui se sème en même temps que les fromens, elle vient ordinairement plus belle & rend plus que l'avoine ordinaire ; cependant les Fermiers en sèment peu, parce qu'ils ont ordinairement assez d'embarras pour les semailles du blé, qu'ils ne se soucient pas de se charger encore en même temps de celles de l'avoine : celle qu'on cultive ordinairement, est l'avoine printannière ; elle se sème ordinairement au mois d'Avril sur un seul labour : on en emploie dix boisseaux par arpent & quelquefois plus : quand elles sont venues à la hauteur de quatre pouces, on passe dessus un rouleau de bois pesant qui casse les mottes & unit le terrain, en ôtant les bosses qui empêcheroient de faucher ; on a soin d'en arracher, autant qu'il se peut, les mauvaises herbes, & elle n'exige plus d'autre soin jusqu'à la moisson.

On fauche les avoines avec une faux garnie d'une espèce de panier, composé de trois crochets de bois joints par une

traverse, mais on est dans la coutume de les faucher avant leur entière maturité, & de laisser les javelles se mûrir & se renfler sur le champ, ce qu'on nomme *javeller*. M. du Hamel regarde cette méthode comme très-mauvaise; un particulier qu'il cite, ne la suit point: il attend pour couper ses avoines qu'elles soient mûres, & il les fait transporter de suite à la grange; ses avoines s'égrènent moins, pèsent un douzième de plus; ses voisins le voyent, en conviennent, achètent de lui, autant qu'ils peuvent, de quoi faire leurs semences, & *ne suivent pas son exemple*. On sème ordinairement de l'avoine de l'année; celle de deux ans peut cependant lever. M. du Hamel cite à ce sujet l'expérience qui en a été faite; mais il recommande de faire toujours l'essai de l'avoine qu'on veut semer, en en semant quelques grains, pour s'assurer s'ils lèvent bien.

On cultive dans quelques provinces deux espèces de millet, le petit & le grand; l'un & l'autre se sèment en Mai, dans une terre douce, légère & bien amendée; on répand la semence un peu claire, & on la recouvre aussitôt; si cependant la terre étoit sèche, il faudroit semer le soir & ne la recouvrir que le

matin, afin que l'humidité de la nuit la disposât à germer, on passe le rouleau dessus dès qu'elle est couverte, pour comprimer la terre; un mois après que le millet est levé, on en arrache plusieurs pieds pour qu'il se trouve entre chaque plante huit pouces, si c'est du petit millet, & plus si c'est du grand; on donne ensuite un labour léger autour de chaque pied, & il n'exige plus d'autre précaution jusqu'à la récolte, que d'en écarter les oiseaux qui en sont fort friands & qui en mangeroient plus de la moitié; on les chasse, soit en les tirant avec de la cendrée, soit en employant des épouvantails, soit enfin en les effrayant avec du bruit; on fait la récolte du millet en coupant les panicules ou épis près du dernier nœud; on les ramasse dans des paniers pour les porter ensuite dans le grenier, & six jours après on les bat au fléau; on crible & on vanne le grain, & on le met sécher au soleil, sans quoi il se gâteroit très-promptement. La farine du millet, mêlée avec celle de froment, fait d'assez bon pain; seule elle le rendroit pesant & indigeste; le grain, surtout celui qui est rouge ou noir, est excellent pour les volailles, on en prépare encore un mets assez semblable au

riz, en le dépouillant de ses enveloppes au moyen d'un mortier ou d'un moulin dont les meules ne soient pas assez serrées pour écraser le grain.

Le maïs, qu'on nomme aussi *blé de Turquie*, & en quelques endroits *blé d'Espagne*, se sème ou plutôt se plante au mois de Mai; on fait dans les sillons des petites fosses de dix-huit pouces en dix-huit pouces; on met dans chacune deux grains de maïs, & on les recouvre; lorsqu'il est levé, on arrache le plus foible des deux pieds qui sont venus dans chaque fosse, & on remet de nouvelle graine dans celles où les grains n'ont pas levé; on leur donne un premier labour à la mi-Juin & un à la fin de Juillet; vers la mi-Août on coupe les panicules des fleurs mâles aux pieds, dont les enveloppes de l'épi paroissent renflées; ces panicules sont une excellente nourriture pour les bœufs; on ôte quelque temps après toutes les feuilles des tiges, ce qui donne encore un excellent fourrage; vers le mois de Septembre, on cueille tous les épis, les uns les suspendent par bottes dans un grenier, d'autres les égrainent: le milieu de l'épi, qu'on nomme le *pape-son*, & les tiges de la plante qu'on

coupe, se donnent aux bœufs ; quelquefois on sème ce grain pour en faire du fourrage , alors on le sème fort épais après la récolte du lin & même de l'orge , & on le coupe en vert dans les mois d'Octobre & de Novembre ; la farine de maïs donne un très-bon goût au pain , pourvu qu'elle n'y entre que pour un huitième, en plus grande quantité elle le rendroit pesant , parce que la pâte n'en lève pas bien. Le blé noir ou sarrafin est encore une des espèces dont on fait usage. En ce climat il s'accommode assez bien des terres sableuses & légères, qui ne conviendroient pas au froment ; on le sème sur les terres destinées pour les mars ; & alors c'est à-peu-près en même temps que ces derniers ; on en sème aussi sur les terres qui ont porté des plantes , dont on fait la récolte de bonne heure , & comme il n'est sur terre qu'environ cent jours, on a encore le temps de le recueillir avant l'hiver ; ce grain est très-bon pour les volailles , mais il feroit du pain noir , & qui s'émietteroit aisément ; on en mange cependant en Anjou & dans quelques autres provinces par plaisir , & quoiqu'on y recueille de bon blé ; mais on ne le mange que tout chaud.

Tous les grains dont nous venons de donner la culture à la manière ordinaire , sont susceptibles de la nouvelle culture de M. Tull , & elle y produira le même avantage qu'elle produit sur le froment.

Les grains ne sont pas le seul objet nécessaire de la culture des terres , les engrais qui leur sont nécessaires , les labours & mille autres besoins de l'homme , exigent qu'on pourvoie à la nourriture d'une grande quantité de bétail , qui se nourrit non-seulement de grain , mais encore des feuilles des herbes vertes ou sèches ; il est donc nécessaire de leur en procurer , c'est à quoi sont destinées les prairies ou pâturages qui sont l'objet du dixième Livre de M. du Hamel.

Les pâturages ou prés sont en général de deux espèces , les *naturels* & les *artificiels*. On nomme *naturels* ceux qui , sans culture , produisent différentes herbes , - comme les prés bas & les prés hauts. Les premiers deviennent marais , & ne produisent que de mauvaises herbes , si l'eau y séjourne trop long-temps ; mais si elle ne fait que des inondations passagères , ils produisent de bonne herbe moins fine , à la vérité , que celle

des prés hauts , mais qui sert de reffource dans les années sèches ; on les améliore par des saignées qui en retirent les eaux superflues , par des terres qu'on y fait répandre de temps en temps , & en y semant des graines de bonnes herbes ; les fumiers y seroient inutiles , parce qu'ils seroient emportés par les inondations.

On peut absolument mettre dans la classe des prés hauts tous les terrains , comme pâtis , friches , landes , qui produisent de l'herbe grande ou menue ; mais on restreint ordinairement cette dénomination à ceux que l'art a , pour ainsi dire , forcés à donner de bonne herbe & en quantité suffisante. Pour convertir une friche en pré , on doit choisir un bon fond de terre un peu fraîche en dessous , on l'écobue , on en brûle les gazons pour en répandre la cendre , on lui donne plusieurs labours , & on y sème d'abord du seigle , puis de l'avoine , qui dédommagent de la façon , & la dernière année on sème avec de l'avoine de la graine de trèfle. On se procurera un grand avantage , si on peut former un terrain plus haut que le pré des amas d'eaux , qu'on puisse y dériver dans le temps des sécheresses. Pour bien con-

ferver les prés hauts, on doit les bien fermer de fossés, pour empêcher que le bétail n'y entre & qu'il ne s'y fasse des chemins; il faut en ôter soigneusement les pierres & en rabattre les taupinières, afin que rien n'empêche la faux de couper l'herbe près de la terre, les engraisser tous les deux ou trois ans avec du fumier bien pourri, des curures de mares ou d'étangs, des cendres, de la suie, du fumier de pigeon; ces engrais, & sur-tout le dernier, en fortifiant la bonne herbe, font périr la mauvaise: on doit aussi soigneusement faire périr la mousse. La meilleure façon est peut-être de peigner les prés au printemps avec des rateaux de fer, qui aient les dents fortes & un peu longues; la mousse, qui ne tient que peu au terrain, s'enlève facilement sans faire le moindre tort à l'herbe, & on ôte en même temps les pailles de litière, que le fumier pourroit avoir laissées, & qui gâteroient le foin; enfin, on y doit jeter la balayure des greniers à foin, & même de temps en temps un peu de graine de trèfle.

On fauche communément le foin à la fin de Juin ou au commencement de Juillet; mais comme ce travail touche de près à celui de la moisson, on doit, si

la saison est belle , l'avancer les plus qu'il sera possible , & que la maturité de l'herbe le permettra. Le foin une fois coupé , doit être fréquemment tourné & retourné avec des fourches , ce qu'on appelle *faner* , afin que l'herbe reçoive mieux la chaleur du soleil & se dessèche plus promptement ; s'il survient de la pluie , on la rassemble en tas , qu'on appelle *veillottes* , & lorsque le foin est fait , on en fait des amas plus considérables , qui ont la forme d'un conoïde parabolique qu'on nomme *meules* ; en cet état il peut se conserver long-temps , la pluie n'attaquant que le dessus à une très-petite épaisseur , alors on n'a plus qu'à le botteler ou à le transporter sans être bottelé dans les greniers où on le garde.

On forme les *prés artificiels* en semant dans des terres bien labourées , certaines plantes vigoureuses , annuelles ou vivaces , qui produisent beaucoup d'herbe dont le bétail se puisse accommoder ; les annuelles sont le blé de Turquie , le seigle , l'escourgeon ou orge carrée , la spergule , la vesce , les pois de brebis , &c. Nous ne dirons rien ici de la culture des trois premiers dont nous avons parlé à l'article des grains ; la spergule ne se

sème guère à la fin de Juillet , sur les terres qui ont porté du blé , auxquelles on donne un labour , & quand elle est élevée à une certaine hauteur , on l'arrache pour la donner au bétail , ou on la leur fait paître sur pied.

La vesce se sème sur les terres destinées aux mars & dans la même saison qu'eux ; on doit avoir soin d'épierrer le champ , & d'en casser les mottes avec un rouleau , afin que la faux puisse couper le fourrage tout près de la terre ; si on la veut faire manger au bétail , on la fauche dès que la graine est formée & avant qu'elle soit mûre ; mais si on veut en recueillir la graine pour nourrir les pigeons ou pour mêler avec l'avoine des chevaux , on attend qu'elle soit mûre , mais alors le fourrage perd la plus grande partie de son prix ; quelquefois on la sème mêlée avec de l'avoine , pour la couper en verd & la faire manger aux bœufs. Le fourrage de vesce qu'on veut garder , doit être fané & ferré bien sec : la culture du bois de brebis est absolument la même que celle de la vesce : les fèves de cheval ou féveroles , se sèment au printemps , & on les recueille quand elles sont mûres : les chevaux sont très-friands de ce grain , mais le fourrage

n'en vaut rien ; on le brûle ou on le jette sur le fumier. On peut mettre encore au nombre des prés artificiels les herbes que sèment quelques Fermiers sur les terres qui vont entrer en jachère , pour donner aux brebis & aux agneaux de la pâture d'hiver , & les choux qu'on élève dans quelques provinces , pour en manger les pommes ou les feuilles tendres & donner le reste aux bestiaux.

Les plantes vivaces qu'on cultive pour en former des prés artificiels , sont la luzerne , le sainfoin , le trèfle , certaines espèces de gramen & de chien-dent & l'ajonc ou jonc marin. La luzerne , nommée aussi par quelques auteurs , *foin de Bourgogne* , se plaît dans des terrains gras , légers & qui ont beaucoup de fond ; les terres sèches & arides & la glaise ne lui conviennent point ; on doit sur-tout éviter de la placer dans les endroits où l'eau séjourne , elle y périroit infailliblement : on la sème en Mars mêlée avec moitié d'avoine dans une terre bien labourée , & on l'enterre avec la herse. Quand l'avoine est mûre , on fauche le tout ; la luzerne qui est vivace repousse bientôt & prend le dessus. Il ne faut jamais faire paître les luzernes , elles doivent toujours être coupées avec la

faux ; on en fait dans ces climats trois & quelquefois quatre récoltes , mais dans les provinces méridionales on en fait jusqu'à six ; elles sont en pleine force dès leur troisième année. Le foin de luzerne est difficile à sécher & craint beaucoup d'être mouillé : quand on le met en meule , on a soin de placer au milieu quelques fagots debout , qui facilitent la communication de l'air ; & quand on l'engrange , on doit le mettre lits par lits avec de la paille ; cette paille y contracte un parfum qui fait que les chevaux la mangent avec un très-grand appétit : ce fourrage ne se tasse pas assez pour pouvoir , comme le foin ordinaire , rester long-temps en meule. Comme la luzerne craint extrêmement le voisinage de toute autre herbe , c'est peut-être une des plantes qui gagne le plus à la nouvelle culture , qui les détruit infailliblement par ses labours & donne la facilité d'arracher celles qui auroient pu leur échapper.

Les sainfoin fournit un peu moins de fourrage que la luzerne ; il ne se fauche que deux fois l'année , on le sème & on le cultive comme cette dernière ; on le fauche plutôt ou plus tard , suivant l'usage auquel on le destine : si on veut

le donner aux bêtes à laine, on le coupe quand il entre en fleur ; si on l'emploie pour les bœufs, on le fauchera quand les premières fleurs viendront à se passer ; si c'est aux chevaux qu'on le destine, on attend que la semence soit en partie formée, parce qu'ils aiment à la rencontrer sous la dent ; enfin si on en veut ramasser la graine, on attend à le faucher qu'elle soit mûre, & on fauche avant que la rosée soit dissipée, afin que la graine ne se perde pas ; il est bien plus aisé à faner que la luzerne. Deux boisseaux de graines de sainfoin nourrissent autant les chevaux que trois d'avoine ; cette graine doit être étendue mince dans les greniers & fréquemment remuée si on veut éviter qu'elle ne s'échauffe.

Le trèfle qu'on sème ordinairement, est le trèfle à fleurs rouges ; il demande une terre douce, grasse & un peu humide ; il se sème comme de la luzerne, on le coupe ordinairement deux fois, & quelquefois trois ; il est très-difficile à faner, & pour peu qu'il soit mouillé, il perd beaucoup de sa qualité. Ce fourrage, verd ou sec, est excellent pour tous les bestiaux, mais on ne le doit donner qu'avec mesure, parce qu'il les

nourrirait trop : cette plante est moins vivace que la luzerne & le sainfoin , & elle doit par conséquent être renouvelée plus souvent.

On cultive en Angleterre plusieurs espèces de chiendent & de gramen pour en faire des prés artificiels : on peut adopter cette culture , mais il faut bien prendre garde de ne pas placer ces prés dans des terres qu'on veuille ensuite remettre en blé , on auroit trop de peine à les détruire.

On cultive dans quelques endroits l'ajonc , jonc marin ou genêt épineux ; cette plante vient dans tous les terrains , mais bien plus forte dans les bonnes terres ; les chevaux & les autres bétails en sont fort friands ; on en coupe les sommités à l'entrée de l'hiver ; & pour rompre les épines , on les écrase , soit sous des meules à cidre , soit sous des pilons , & on les donne en cet état aux animaux.

On peut mettre encore au rang des prairies artificielles les plantations de racines qu'on fait pour la nourriture du bétail , comme les pommes de terre , les topinambours , les navets , raves & raiforts , les carottes , &c.

La pomme de terre se plante dans

de petites fosses faites à trois pieds l'une de l'autre dans un champ bien labouré : on commence par mettre un peu de fumier au fond ; on met sur ce fumier une de ces pommes & on la recouvre sur le champ : cette pomme en pousse tout autour d'elle, & on en a vu qui en ont donné jusqu'à huit & neuf cents. On cultive aussi la pomme de terre sans fumier, en la plantant au mois de Février dans des rigoles & les couvrant ensuite, mais elles produisent moins de cette manière : on peut mettre les pommes de terre dans les pièces destinées à être mises en blé, elles n'épuisent point la terre, & les façons qu'on leur donne la préparent merveilleusement pour le blé. Les animaux mangent la pomme de terre crue ; on la fait cuire pour les hommes, on en tire une farine qui, mêlée avec un peu de froment, fait d'assez bon pain. La culture du topinambour est la même que celle des pommes de terre, le bétail s'en accommode assez bien ; on en apprête aussi pour les hommes, & quand il est bien accommodé, il approche assez, pour le goût, du cul d'artichaut.

Les navets, les raiforts & les raves sont souvent confondues : ce qu'on

nomme à Paris *raves* & *radis*, est du genre des raiforts , & les raves proprement dites & les navets ne constituent qu'un genre. Les raves ou navets qu'on cultive sont 1^{re}. la turnip des Anglois ou la rabioule du Limosin : quoique destinée principalement au bétail , elle est très-bonne pour la cuisine ; & quoique fort grosse , elle est en même temps très-délicate : 2^o. la grosse rave ou gros navet du Limosin.

Toutes ces plantes ont la même culture , il leur faut des terres légères & sablonneuses ; on les prépare par trois labours , le premier se fait avant l'hiver , le second après les gelées , & le troisième au mois de Juin , où on les sème : les labours doivent être profonds , mais il ne faut pas recouvrir la graine de plus d'un pouce. Lorsqu'ils sont levés , on doit en arracher les herbes & même une partie du plant , pour qu'il ne soit pas trop dru , & qu'il y ait au moins un pied d'intervalle entre chaque planche. Ces navets arrachés se donnent au bétail , qui s'en accommode au mieux : ces navets s'arrachent au mois d'Octobre & on les met dans un cellier pour les conserver. On sème encore de petits navets dans les chenevières & les linières :

dans le temps où on les arrache ; cette graine s'enterre d'elle-même & donne un peu avant l'hiver des petits navets bons pour la table.

Les productions de la terre , nécessaires à la nourriture de l'homme & du bétail , ne sont pas le seul objet de l'Agriculture , les Arts & les commodités de la vie ont aussi droit à ses travaux. Il n'est pas ici question des graines & des plantes délicates , qui sont l'objet d'une culture domestique ou des jardins , mais il se trouve beaucoup de plantes potagères & d'autres nécessaires aux Arts qui se cultivent en grand ; elles sont le sujet des dixième & onzième Livres de M. du Hamel. Les choux & les différentes racines n'ont presque aucune différence de culture avec ceux dont nous avons parlé. Nous allons passer à d'autres plantes moins fréquemment cultivées dans les enclos , telles que le lin , le chanvre , la garence & le safran.

Le lin exige une terre douce , substantieuse & qui ne soit pas trop éloignée de l'eau ; il peut cependant croître assez bien dans des terrains élevés , pourvu que la terre soit bien amendée & que l'année ne soit pas trop sèche.

La terre qu'on destine au lin doit être ameublie par plusieurs labours ; c'est dans cette vue qu'on y sème ou plante pendant dix-huit mois des plantes qui durent peu & qui obligent à labouter souvent , & pendant ce temps elle doit être abondamment fumée : l'année où on veut mettre le lin , on fumera dès le mois de Février , on enterrera le fumier , on cassera les mottes , & on semera , avec cette précaution ; que si le sol est humide , on mêlera avec la graine de la fiente de pigeon , & qu'on y pratiquera de trente en trente pieds des sillons très-profonds pour l'égoutter.

La linette ou graine de lin se tire du Nord ; elle doit être grosse , pesante , huileuse & d'un brun-clair ; on s'assure de sa qualité huileuse en la faisant brûler , & de sa pesanteur en mettant quelques grains dans l'eau , pour voir s'ils vont à fond ; on en sèmera aussi quelques grains bien comptés sur une couche , pour s'assurer s'ils lèvent tous ; on sème cent quatre-vingts ou cent quatre-vingt-dix livres de graines dans l'arpent à vingt-deux pieds la perche ; on en sème un peu moins quand on destine le lin à rapporter de la graine : on n'est pas d'accord sur le temps de recueillir le

lin ; les uns prétendent qu'en l'arrachant un peu verd , il donne une plus belle filasse , & ils veulent qu'en l'arrachant on sépare avec soin les pieds qui n'ont pas produit de semence de ceux qui en ont donné. Sans entrer dans la question , M. du Hamel juge ce triage avantageux , parce que le lin verd se rouissant plus aisément que celui qui est mûr , il arriveroit , s'ils étoient mêlés , qu'il se trouveroit nécessairement des brins pourris , ou d'autres qui ne seroient pas assez rous ; dès que le lin est arraché , on le lie poignée à poignée par le petit bout , & on les fait sécher en les mettant debout les unes contre les autres ; aussitôt qu'il est sec , on l'égruge , c'est-à-dire qu'on en sépare la graine , en peignant pour ainsi dire chaque poignée avec les dents d'un rateau fin & serré , fixé verticalement sur un banc , les graines se détachent & tombent dans un drap sur lequel le banc est posé : si quelqu'une a échappé à l'égrugeoir , les coups de fléau qu'on donne aux poignées qui en sortent les font détacher ; on ramasse cette graine , on la vanne , on la crible , & la plus belle étant réservée pour la semence , on porte le reste au moulin pour en faire de l'huile. La graine

étant séparée du lin, on le porte au routoir, qui doit être une eau presque dormante, mais qui pourtant se renouvelle peu à peu; on le couvre de paille ou de fougère & de claies chargées de pierres, & on l'y laisse jusqu'à ce que la partie ligneuse soit assez altérée pour rompre aisément & sans plier; alors on le retire, on ouvre les poignées en éventail; on les fait sécher & on les porte dans les granges. Lorsque le lin est séché, au sortir du routoir, il ne s'agit plus que de séparer de l'écorce, qui doit se convertir en filasse, la partie ligneuse déjà attaquée par le commencement de pourriture qu'elle a essuyée au routoir: on fait pour cela trois opérations; on hâle le lin, c'est-à-dire qu'on le dessèche sur des claies, au-dessous desquelles on fait un feu de chenevottes; opération qui doit être conduite avec une grande prudence si on veut éviter le danger du feu, ou bien on l'arrange dans un four médiocrement chaud, où il ne reste point de feu; & pendant qu'il est encore chaud, on le broye, à l'aide d'une machine qu'on nomme *broye*, & en quelques provinces *maque*; elle est composée de deux pièces de bois refendues, de manière que ce qui est réservé de

l'une & qui est terminé par un tranchant mouffe, entre dans le vuide de l'autre; elles sont jointes par un bout avec un clou ou cheville qui permet à la pièce supérieure de se mouvoir en levier de la seconde espèce, ou comme le couteau des Boulangers : cette pièce porte à son autre extrémité une poignée, & la pièce inférieure a quatre pieds qui l'élèvent à environ deux pieds six pouces de terre : c'est en serrant les poignées de lin entre ces espèces de mâchoires, qu'on parvient à briser & à séparer la partie ligneuse sans rompre l'écorce qui est flexible; & si quelque partie échappe à l'action de la broie, on la fait tomber en mettant les poignées sur l'extrémité d'une planche un peu creuse, & frappant la partie qui pend avec le tranchant mouffe d'une palette de bois, qu'on nomme *espade*; ce qui a fait donner à cette opération le nom d'*espader*. On affine encore le lin en le frottant contre des corps qui aient des arêtes mouffes, & enfin en le peignant sur des serans, qui ne sont autre chose que des planches garnies de pointes de fer plus ou moins fines & plus ou moins ferrées, suivant qu'on veut avoir de la filasse plus ou moins parfaite : on n'est pas

communément persuadé qu'elle exige tant d'opérations pour être réduite en cet état. Ce que nous venons de dire du lin doit aussi s'étendre du chanvre , qui exige presque la même culture & les mêmes préparations : la graine du chanvre ou chenevis sert non-seulement à semer les chenevières , mais encore à faire de l'huile comme celle de lin , & de plus à nourrir les volailles.

L'espèce de chardon , qu'on nomme *chardon à foulon* ou à *lainer* , est encore une plante qui peut se cultiver utilement ; ses têtes armées de piquans forts & crochus , servent à retirer le poil des étoffes de laine , pour le feutrer après en les foulant , & rendre par-là leur superficie plus unie , plus douce & plus chaude.

Le chardon à foulon exige une terre crayonneuse , bien exposée & sur-tout sans aucun abri & en plein air ; en terrain bas il multiplie plus , mais il est de moins bonne qualité , il aime sur-tout les terres neuves. La préparation du terrain destiné au chardon varie suivant la nature de ce terrain ; en général , on lui donne un labour avant l'hiver & on répand le fumier dessus ; on donne un second labour au printemps , & on

sème sur ce second labour la graine de
 chardon par pincées ; quelques-uns le
 sèment avec le seigle , & alors ils croif-
 sent & passent l'hiver ensemble , en ce
 cas ils passent presque deux ans en terre.
 On doit soigneusement sarcler le chardon
 dès qu'il a pris quelque accroissement ; on
 en arrache où il est trop épais & on en
 repique aux places vuides ; on lui donne
 de petits labours de temps en temps , &
 on doit être sur-tout attentif à le préser-
 ver d'une plante parasite , qu'on nomme
le gras & qui est une espèce d'oroban-
 che ; elle vit sur sa racine & l'épuise.
 Le chardon semé en Septembre est ordi-
 nairement mûr à la fin du second prin-
 temps ; on reconnoît cette maturité à
 ce que ses têtes commencent à blanchir
 ou à sécher ; on les coupe avec une
 queue d'environ un pied de long à
 mesure qu'elles mûrissent , & on les lie
 en bottes pour les porter au grenier, où
 on doit les conserver : la graine est mûre
 dès que les têtes sont sèches , & on l'en
 retire en les secouant ; on en ramasse
 même souvent dans les greniers assez de
 celle qui est tombée d'elle-même pour
 en faire les semences.

La gaude , le pastel & la garence ,
 sont encore trois plantes propres à la
 teinture ,

teinture, & que l'on cultive en grand : on emploie toute la plante de la gaude, la feuille du pastel & la racine de la garence ; on y peut joindre le safran, dont les étamines servent à la Peinture, à la Médecine, & dans bien des endroits à la cuisine : leur culture fait le sujet du onzième Livre de M. du Hamel.

La gaude est une plante peu délicate ; elle vient souvent d'elle-même & sans culture dans toutes sortes de terrains ; mais elle est beaucoup plus belle quand elle a été cultivée ; on la sème au mois de Mars dans des terres de même nature que celles qu'on choisit pour le lin ; & comme sa graine est très-fine, on la mêle avec de la cendre, pour ne la pas semer trop drue : elle n'exige, quand elle est levée, d'autre soin que d'en arracher les mauvaises herbes : vers le mois de Juillet ou d'Août, quand une partie de la graine est mûre, on arrache la gaude, qui est alors d'un jaune verdâtre ; on la fait sécher, on la bat sur des draps pour en recueillir la graine la plus mûre, & on met ensuite la plante en bottes pour être vendue aux Teinturiers ; il faut avoir attention de semer de la graine de la dernière récolte, celle de deux ans ne réussiroit pas :

Hist. 1762. Tome I.

I

la gaude donne une teinture jaune de bon teint.

Le pastel guède ou vouesde vient communément en Languedoc, en Provence & en Italie, on en cultive cependant en Normandie & même en Allemagne, & il y réussit; il demande une terre légère, noire, douce & fertile, comme un sable gras bien amandé; il vient assez bien dans les plaines, mais mieux encore sur des côteaux exposés au midi. On doit fumer un an auparavant la terre qu'on lui destine & lui faire porter du blé, de l'oignon, &c. après la récolte de ces plantes on donne trois labours profonds, le premier en Novembre & les deux autres en Mars ou Avril, & on pratique, s'il est nécessaire, des sillons profonds ou sansureaux pour égoutter les eaux. On sème la graine de pastel dès le commencement d'Avril, mais si la saison est froide, on peut attendre jusqu'au commencement de Mai; lorsque le pastel a poussé suffisamment, on le sarcle & on lui donne quelques labours pour en chauffer les pieds; on doit être aussi très-attentif, si la graine a été semée trop drue, à ôter une partie du plant, sans cela il ne produiroit que très-peu de feuilles.

On fait communément deux récoltes de pastel ; quand la saison a été bien favorable , on peut en faire trois & même quelquefois quatre ; mais il faut sur-tout ne pas attendre les premières gélées pour la dernière , les feuilles ne vaudroient plus rien. On connoît que la plante est mûre à ce que ses premières feuilles commencent à se sécher ; on coupe alors toutes les feuilles , observant seulement que ce n'est qu'à la dernière coupe qu'on doit emporter la tête de la racine ; on met ces feuilles en tas à l'abri du soleil & de la pluie pour les faire flétrir , & on a soin de les remuer pour qu'elles le soient également ; on les porte ensuite sous la meule d'un moulin semblable à ceux dont on se sert pour exprimer l'huile de lin , afin de les réduire en une pâte dont on forme des pelotes d'environ une livre ; on les fait sécher à-peu-près quinze jours à l'abri du soleil , & on moule ensuite cette matière dans des moules de bois de figure ovale pour en faire des *coques* , c'est le nom qu'on donne aux mottes de pastel ; on fait enfin sécher ces coques sur des claies à jour , & elles sont alors en état d'être vendues. Le pastel , ainsi préparé , fournit une excellente teinture bleue ; on doit

réserver une petite portion du champ , dans laquelle on n'emportera pas toutes les feuilles de la plante ; à la dernière récolte , ces plantes épargnées monteront & produiront de la graine : cette plante dure deux ans , mais il faut observer de ne pas la resemer dans le même champ qui vient d'en porter ; on lui doit faire porter la première année du blé , la seconde du millet , & la troisième il pourra être remis en pastel.

Le safran est une plante bulbeuse , c'est-à-dire à oignon ; sa fleur ressemble à une petite tulipe pointue par le bas : cette plante exige une terre noire ou roussâtre & un peu sablonneuse ; on prépare le terrain qui doit être soigneusement épierré par trois bons labours ; le premier se donne vers Noël , le second vers le mois d'Avril , & le troisième un peu avant de planter les oignons , c'est-à-dire vers les mois de Juin ou de Juillet ; on fait alors à la houe des sillons de sept pouces de profondeur dans lesquels on arrange les oignons qu'on recouvre ensuite de terre.

Quelques-uns ont soin de dépouiller les oignons de leurs enveloppes avant de les planter , afin de voir s'ils ne seroient point affectés de quelques

maladies, & en ce cas ou emporte la partie malade avec la pointe d'un couteau. M. du Hamel approuve cette pratique. Le safran produit sa fleur avant ses feuilles ; on lui donne alors un ratifage ; ces fleurs s'épanouissent au commencement d'Octobre, & c'est alors le temps de la récolte ; des femmes coupent avec l'ongle ces fleurs & les mettent dans des corbeilles pour les porter à la maison, où sur le champ on les épluche, c'est-à-dire, qu'on prend les stigmates qui sont à l'extrémité du pistil, c'est la seule partie qui soit utile, le reste n'est bon à rien : après que les fleurs sont passées, les feuilles se montrent & les safranières commencent à verdis ; elles sont vertes pendant tout l'hiver ; & au mois de Mai, quand les feuilles commencent à se faner, on les arrache pour les donner aux vaches.

Un arpent de safran bien planté, ne rapporte guère que quatre livres de safran ; la seconde & la troisième il en peut donner jusqu'à vingt, chaque oignon en ayant produit d'autres qui donnent des fleurs ; mais cette multiplication oblige de lever les oignons la quatrième année pour les replanter : les uns après les avoir levés les replantent

sur le champ dans un autre terrain , car le safran épuise la terre , au moins pour cette plante , & on doit être quinze ou vingt ans sans y remettre de nouveau safran , d'autres les laissent en tas sur le champ même , d'autres enfin les serrent dans des greniers pendant quelque temps ; toutes ces pratiques paroissent également bonnes.

La partie utile du safran , après en avoir été séparée , a encore besoin d'une préparation sans laquelle elle pourriroit bientôt , elle doit être exactement desséchée ; c'est l'opération la plus délicate de toutes , & que les propriétaires des safranières se réservent ordinairement. On expose pour cela les pistils ou filets rouges séparés du reste , que nous appellerons le *safran* , sur des tamis de toile de crin , & on les place au-dessus d'un feu de braise allumée où il ne doit y avoir aucun fumeron , car il communiqueroit au safran un mauvais goût qu'il ne perdrait plus ; on le remue dans ces tamis afin qu'il se sèche plus également ; & lorsqu'il est assez sec pour se briser entre les doigts , on le met dans des boîtes doublées de papier blanc qui ferment exactement , & il est alors en état d'être vendu.

Le safran est sujet à trois principales maladies, au fausset, au tacon & à la mort.

Le fausset est une excroissance qui vient à l'oignon, & qui a effectivement la figure & la grandeur d'un fausset ; on la coupe en relevant l'oignon & elle cause peu de dommage.

Le tacon est plus dangereux, c'est une espèce de carie qui attaque l'oignon ; lorsqu'elle n'a pas pénétré trop avant, on emporte l'ulcère avec la pointe d'un couteau, & on laisse l'oignon se dessécher un peu avant que de le replanter.

Mais la maladie la plus terrible de toutes est celle qu'on nomme la *mort* ; elle mérite d'autant mieux ce nom, qu'elle est contagieuse & se communique de proche en proche. Nous n'en dirons rien ici, & nous prierons le Lecteur de vouloir bien recourir à ce que l'Académie en a dit, d'après M. du Hamel, dans son Histoire de 1728 (1).

Nous lui ferons la même prière à l'égard de la garence, qui fait le dernier article du onzième Livre de M. du Hamel, & dont il a donné à part toute la culture dans un Ouvrage particulier,

(1) Voyez *Histoire* 1728.

duquel l'Académie a donné le précis dans son Histoire de 1757 (1).

Le douzième Livre contient des réflexions sur différens points d'Agriculture.

On est communément en usage dans les pays à blé , de lier les gerbes avec des liens faits de paille de seigle , ou au défaut de celle-ci , de paille de froment ; mais il s'est introduit dans quelques provinces un usage pernicieux de les lier avec des harts : cet usage cause une déprédation monstrueuse dans les taillis ; on coupe pour cet usage , non les brins inutiles au bois , mais les plus beaux jets : cet abus mériterait bien d'être pros crit.

La vaine pâture est un obstacle très-considérable au progrès de l'Agriculture dans les pays où elle est établie : dans ces endroits toutes les terres sont indistinctement livrées au bétail dès que les gerbes ont été enlevées , d'où il suit que toutes les productions plus tardives , les prés artificiels , &c. ne peuvent avoir lieu dans ces endroits , & le Laboureur est dans une impossibilité absolue de se procurer aucune des ressources qu'une industrie éclairée est capable de

(1) Voyez Histoire 1757.

lui donner. On sent aisément quel peut être l'abus de cet usage ; cependant comme en certains cantons il est autorisé & qu'il seroit peut-être bien difficile de le détruire totalement , M. du Hamel pense qu'il suffiroit peut-être dans ces endroits de permettre à chaque Fermier de mettre en défense la trentième partie de sa terre ; cet espace à l'abri du bétail , suffiroit vraisemblablement pour fournir au cultivateur les secours d'hiver dont il auroit besoin.

Les deux derniers articles de l'Ouvrage de M. du Hamel , roulent sur l'avantage que pourroient procurer les baux à longues années & la police des grains ; mais ces deux points , quoique bien dignes d'attention , sont cependant trop étrangers à l'objet de l'Académie pour trouver place dans son Histoire : tout ce que nous en pouvons dire , c'est qu'on y reconnoît , comme dans tout le reste de l'Ouvrage de M. du Hamel , l'esprit du Physicien éclairé , guidé par le cœur du bon Citoyen.



A L G È B R E.

Sur plusieurs classes d'Équations de tous les degrés qui admettent une solution algébrique.

LA résolution algébrique générale des Équations seroit , pour ainsi dire , la clef universelle de toutes les Mathématiques : nul problème réduit au calcul ne pourroit arrêter un seul instant le Géomètre qui en seroit pourvu ; mais il s'en faut bien que cette clef universelle soit encore entre les mains des Géomètres. L'art de résoudre les équations , c'est-à-dire d'assigner la valeur algébrique générale de leurs racines est encore extrêmement borné , il est même étonnant qu'il soit si peu avancé.

Ce n'est pas cependant à la négligence des Géomètres qu'on doit se prendre de ce peu d'avancement , les plus grands hommes des deux derniers siècles & de celui-ci ont fait tous leurs efforts pour porter la lumière dans cette partie des Mathématiques. Louis Ferrari, Tartaglia , Bombelli , Viète , Harriotte , Descartes , Newton , Haller , Stirling , Moivre , Mrs Euler & Fontaine , de cette

Académie , & un grand nombre d'autres célèbres Analystes , auxquels l'Algèbre doit plusieurs découvertes importantes, ont beaucoup travaillé sur la résolution des équations ; mais la difficulté de la matière a jusqu'ici rendu inutiles toutes leurs tentatives , & on n'a encore aujourd'hui de méthode rigoureuse pour résoudre les équations , que jusqu'au quatrième degré , c'est-à-dire qu'on n'est pas plus avancé qu'on ne l'étoit du temps de Louis Ferrari , qui , au commencement du seizième siècle , donna le premier la résolution des équations du quatrième degré.

L'extrême difficulté de cette matière a probablement engagé plusieurs célèbres Analystes à tourner leurs recherches vers les méthodes d'approximation qu'on emploie aujourd'hui au défaut des méthodes rigoureuses ; on ne peut pas même trop les en blâmer : ils se mettoient par-là en état , sinon de donner des solutions exactes & rigoureuses , du moins d'en approcher autant qu'on pourroit en avoir besoin , & ils ont mieux aimé se mettre à portée d'éluder la difficulté , que de travailler peut-être inutilement à la vaincre.

Cette difficulté cependant n'est pas

si insurmontable qu'elle n'ait quelquefois cédé à l'adresse & à la constance des analystes, & si on n'a pas encore obtenu la résolution générale des équations, on est au moins parvenu à obtenir celle d'une classe d'équations dans chaque degré.

C'est à M. Moivre qu'on est redevable de cette découverte. Il en a donné les principes dans les *Transactions philosophiques*, n^o 309, où il fait voir qu'il y a pour tous les degrés impairs une classe d'équations, dans lesquelles les puissances paires de l'inconnue étant évanouies, si tous les termes de l'équation, à l'exception du premier & du dernier, qui sont arbitraires, ont entre eux une certaine relation indiquée par M. Moivre, on aura toujours la résolution algébrique & la valeur de l'inconnue, qui sera exprimée par la somme de deux radicaux du même degré que l'équation.

Cette méthode de M. Moivre, quelque ingénieuse qu'elle fût par elle-même, n'alloit, comme on voit, qu'aux équations des degrés impairs qui avoient les conditions requises. M. Euler a complété cette série d'équations, & a fait voir dans le *Tome XII* des *Mémoires de Pétersbourg*, qu'il y avoit aussi dans les

degrés pairs une classe d'équations résolubles de la même manière.

Tel étoit l'état de cette question, lorsque M. Bezout a tourné ses vues de ce même côté : le Mémoire dont il est ici question ne contient encore qu'une partie des résultats que lui a donnés sa méthode. Nous allons essayer d'en présenter une idée.

Toute équation qui n'a que deux termes se peut toujours résoudre : si donc on pouvoit réduire toute équation à n'avoir que deux termes, on en auroit bientôt la solution ; mais on est bien éloigné de ce point , car on n'a pas encore de méthode qui puisse faire évanouir d'une manière générale plus d'un terme dans une équation quelconque. Quelque peu frayée que soit la route pour résoudre les équations par l'anéantissement des termes intermédiaires , c'est cependant par cette voie que M. Bezout attaque la difficulté ; nous allons bientôt voir avec quel succès : voici comment il s'y prend pour trouver les équations qu'on peut résoudre par cette méthode , & pour les résoudre en même temps.

Il prend deux équations à deux inconnues, les plus générales qu'il soit possible ;

il détermine , par les règles connues de l'Algèbre , deux autres équations qui ne renferment chacune que l'une de ces deux inconnues : on suppose , ce qu'il est toujours possible de faire , que l'une est l'équation même qu'il s'agit de résoudre , & que dans l'autre les termes intermédiaires au premier & au dernier puissent s'évanouir. Ces conditions déterminent les qualités particulières que doivent avoir les deux équations à deux inconnues qu'on a d'abord employées.

Par ce procédé , la résolution ne dépend plus que de trois choses ; 1°. de la résolution d'une équation qu'on a réduite à deux termes , résolution qui est toujours facile ; 2°. de la résolution d'une des deux équations à deux inconnues qu'on a employées , ce qui est toujours possible , parce qu'elle est toujours au moins d'un degré inférieur à la proposée ; 3°. enfin des équations particulières qui résultent des suppositions qu'on a faites dans le cours de la résolution. On juge bien que ce dernier article est le plus délicat & celui qui exige le plus d'adresse de la part de l'Analyste : mais en envisageant les équations , comme l'a fait M. Bezout , on rencontre infailliblement dans chaque

degré à l'infini une classe d'équations où ces conditions ne mènent qu'à une équation du second degré. Essayons de la caractériser plus particulièrement.

En remontant des équations qu'on a employées pour la résolution, & que M. Bezout nomme *auxiliaires*, à celle qu'on a en vue de résoudre, on parvient à une expression de l'inconnue, qui est un composé de radicaux du degré de l'équation & de radicaux du second degré. Cette équation paroît, au premier coup d'œil, très-composée; mais pas un usage adroit du calcul, M. Bezout trouve moyen de la transformer en une autre qui représente d'une manière très-simple la valeur de l'inconnue dans toutes ces équations & la rendre susceptible d'un même énoncé dans chaque degré. M. Bezout fait voir par ce moyen que dans toutes les équations de la classe dont il s'agit ici, le second terme étant évanoui, ce qu'on peut toujours supposer, la valeur de l'inconnue est exprimée par autant de radicaux moins un, du degré de cette équation, qu'il y a d'unités dans ce même degré, & que les quantités affectées de ces radicaux ne dépendent que d'une équation du second degré. Il y a plus, la méthode

de M. Bezout ne suppose pas même comme une chose nécessaire l'évanouissement du second terme ; d'où il suit que les quatre premiers termes d'une équation étant tels qu'on le voudra , on pourra toujours en obtenir la résolution, si les autres termes ont la condition qu'exige la méthode.

Nous n'avons jusqu'ici pu obtenir par ce moyen qu'une des racines de chaque équation dans les degrés impairs , & deux dans les degrés pairs : on fait cependant qu'il y a autant de racines dans une équation qu'il y a d'unités dans le nombre qui en exprime le degré. M. Bezout, qui n'a pas perdu de vue l'idée de réduire la résolution de ces équations à celle des équations à deux termes , a trouvé moyen d'y réussir en employant le fameux théorème de M. Cotes , sur la propriété du cercle relativement aux facteurs d'un binome quelconque : c'est en adaptant ce théorème aux résultats de sa méthode qu'il en a tiré un moyen de représenter généralement , par une seule équation , toutes les racines de celles sur lesquelles cette méthode a prise , en sorte qu'on peut avoir également telles de ces racines que l'on veut ; avantage qu'on n'avoit

pas eu jusqu'ici , même pour les équations du troisième degré.

Les équations dont nous venons de parler , dépendent , en partie , d'une équation du second degré. Lorsque cette équation a ses deux racines réelles , un calcul clair & facile donne la nature & la valeur de chacune des racines des équations qu'on se propose de résoudre ; mais si l'équation du second degré a ses racines imaginaires , & que celles des équations proposées soient toutes réelles ou toutes imaginaires , alors le calcul algébrique ne donne plus aucun résultat clair , & , excepté dans un petit nombre de cas , ne se prête à aucune application numérique ni à aucune construction. On peut en voir un exemple dans les équations du troisième degré , où ce cas est nommé le *cas irréductible* : il seroit encore bien plus compliqué dans les équations dont il s'agit. M. Bezout a eu l'adresse d'éluder cette difficulté , qu'il auroit peut-être inutilement attaquée de front. Le rapport qu'il a trouvé entre ces équations rebelles , & la division du cercle en parties égales , lui a fourni un moyen de les réduire à une expression simple & naturelle , obtenant ainsi , par l'union de la Géométrie à

l'Algèbre, ce que celle-ci seule refusoit presqu'absolument de donner. On juge bien que ce moyen met dans le cas d'employer plusieurs expressions imaginaires de sinus & de cosinus, qui deviennent nécessaires pour abrégér des calculs qui, par les méthodes ordinaires, auroient été fort longs & n'auroient donné que des résultats très-obscurs : aussi M. Bezout n'a-t-il pas négligé de les employer; on ne doit jamais, même dans les Sciences, mépriser aucun de ses avantages.

Nous n'avons jusqu'ici parlé que d'une seule classe d'équations résolubles par la méthode de M. Bezout, classe à la vérité bien générale, puisqu'elle s'étend dans tous les degrés; ce n'est cependant pas la seule de cette espèce que les recherches de M. Bezout lui ont indiquée. Il trouve en général dans tous les degrés à l'infini des classes entières d'équations résolubles par sa somme de 2, 3, 4, &c. radicaux du degré de l'équation, jusqu'à un nombre de radicaux moindre d'une unité que celui qui exprime le degré de l'équation. Le cas dont nous venons de parler, & ceux de M^{rs} Moivre & Euler, ne sont eux-mêmes que des cas particuliers de cette règle générale, que M.

Bezout ne fait qu'indiquer ici , en faisant espérer toute la suite de ce travail. Il est bien à souhaiter qu'il en enrichisse promptement l'Analyse.

ASTRONOMIE.

Sur le Satellite vu ou présumé autour de Vénus.

IL paroît sans doute singulier que l'existence d'un Satellite autour d'une Planète aussi proche de nous que Vénus , puisse être douteuse & qu'on ignore si ce Satellite existe ou n'existe pas : c'est cependant ce qui partage aujourd'hui les Astronomes ; & pour mettre le Lecteur au fait de la question , il est bon de rapporter ici en peu de mots ce qui s'est fait jusqu'à présent sur ce sujet. Dès l'année 1645, *François Fontana*, Mathématicien de Naples , assura qu'il avoit vu quatre fois ce Satellite , tantôt sur la partie éclairée de Vénus , qui étoit alors en croissant , tantôt sur la partie obscure , & enfin tout proche des cornes du croissant ; mais la petitesse & le peu de perfection des instrumens dont il se servoit , ne donnent pas assez de probabilité à

son observation pour la faire entrer ici en ligne de compte. Voici quelque chose de plus positif.

Le célèbre Jean-Dominique Cassini rapporte deux observations qu'il avoit faites de ce Satellite, la première en 1672, & la seconde en 1686. Il avoit vu toutes les deux fois, à quelque distance de la planète, une lumière informe qui imitoit la phase de Vénus & dont le diamètre étoit à peu-près la quatrième partie de celui de Vénus; mais il ne vit cette lumière que pendant très-peu de temps, parce que les deux observations se trouvèrent près du crépuscule du matin, qui les interrompit; la conformité de la phase de cette lumière avec celle de Vénus, sa grosseur à peu-près dans la même proportion à celle de cette planète qu'à la Lune à l'égard de la Terre, lui firent naître la pensée que ce pourroit être un Satellite de Vénus; il n'osa cependant l'affurer, la retenue & la prudence sont le partage des grands hommes : il chercha soigneusement à constater l'existence de ce Satellite par de nouvelles observations; mais ce fut toujours inutilement, & jamais il n'a pu le revoir de son vivant.

Cinquante-quatre ans après, en

1740, M. Short observa le même phénomène en Angleterre, il fut même plus heureux que M. Cassini, en ce qu'il eut beaucoup plus de temps que M. Cassini & qu'il pût non-seulement répéter plus de fois ses observations, mais encore y employer différens télescopes ; car c'étoit avec cet instrument qu'il observoit. Il trouva toujours que la petite étoile qu'il voyoit avoit la même phase que Vénus, qu'elle n'en étoit éloignée que d'environ dix minutes, que son diamètre étoit un peu moindre que le tiers de celui de Vénus, & que sa lumière étoit moins vive que celle de la planète, quoique le Satellite parût bien terminé ; la ligne tirée de son centre à celui de Vénus, formoit un angle de dix-huit à vingt degrés avec l'équateur. Telle est l'observation faite en 1740 par M. Short ; mais s'il a été plus heureux que M. Cassini dans les circonstances qui ont accompagné son observation, il n'a pas mieux réussi que lui à retrouver ce Satellite, & tous ses soins ont été depuis inutiles à cet égard.

Si l'on rapproche présentement toutes les circonstances de ces deux observations, si l'on se rappelle l'habileté des deux Observateurs, la grandeur & la

perfection des instrumens dont ils se servoient , l'exacte conformité qui se trouve en ce qu'ils ont remarqué l'un & l'autre , de la grandeur du phénomène , de son degré de lumière, & surtout de la parité de sa phase avec celle de Vénus ; on aura bien de la peine à regarder ce qu'ils ont vu comme une illusion d'Optique, & à ne pas se persuader que ce soit effectivement un Satellite de Vénus que Mrs Cassini & Short ont observé.

D'un autre côté, comment comprendre qu'un Satellite, s'il existoit, n'eût été vu que deux fois en quatorze ans & eût ensuite échappé aux regards de tous les Astronomes pendant plus d'un demi-siècle ? on fait à la vérité que Saturne a un Satellite qui disparoît pendant une partie de son cours ; mais ces disparitions sont réglées & ne ressemblent point du tout à celles du Satellite de Vénus. On allégueroit encore inutilement qu'avant que M. Hughens eût découvert l'anneau de Saturne, on avoit pris quelquefois les extrémités des anses qu'il semble former à la planète, pour deux Satellites ; mais cette apparence n'étoit dûe qu'à la petitesse ou au peu de perfection des lunettes dont on se servoit

DES SCIENCES, 1762. 215
alors , & il est hors de toute probabilité
que si Vénus avoit un anneau , il eût pu
échapper aux observations modernes &
aux instrumens qu'on y emploie.

Dans cette circonstance , M. de Mairan a voulu voir si en supposant à Vénus un Satellite réellement existant , il n'y auroit point quelque cause qui ne lui laissât la liberté de paroître que dans des cas assez rares , & il en a en effet trouvé une qui pourroit produire cet effet & qui s'accorde assez bien à tout ce que les deux Observateurs ont vu de ce Satellite.

C'est dans l'atmosphère solaire qu'il l'a trouvée : on fait que le Soleil , par sa rotation autour de son axe , écarte autour de lui une espèce de poussière lumineuse , qui forme dans le plan de son équateur un gâteau lenticulaire , qui quelquefois atteint un peu au-delà de l'orbite terrestre. C'est à cette atmosphère que M. de Mairan a déjà attribué les Aurores boréales & les queues des Comètes : c'est encore elle qui , selon lui , occasionne les longues disparitions du Satellite de Vénus , ou plutôt qui ne laisse la liberté de l'apercevoir que dans des circonstances qui doivent être assez rares. Essayons de les déterminer.

Puisque l'atmosphère solaire peut s'étendre au-delà de l'orbe de la Terre, il est bien certain que l'orbite de Vénus, plus proche du Soleil d'environ un tiers que la Terre, y seroit toujours comprise si elle étoit en même plan ; mais le plan de l'atmosphère solaire est le même que celui de l'équateur du Soleil, qui fait, avec l'écliptique, un angle de $7^{\text{d}} \frac{1}{2}$, tandis que la plus grande latitude de Vénus, vue du Soleil, est seulement de $3^{\text{d}} \frac{1}{2}$: il pourra donc arriver que lorsque l'atmosphère solaire souffrira quelque diminution, tant dans sa longueur que dans son épaisseur, la planète de Vénus & son Satellite, ou se trouvent totalement hors de cette atmosphère, ou plongés seulement dans sa partie la plus claire ; hors de là l'une & l'autre planètes en seront enveloppées, & le Satellite ne pourra plus être que point du tout, ou très-difficilement apperçu. On fait que la lumière des grandes Étoiles est ternie quand on les voit à travers l'atmosphère solaire, & que les petites disparoissent absolument dans ce cas. Il y a plus, le Satellite doit souffrir une bien plus grande diminution de lumière que les Étoiles, & même que la planète. Tout corps planétaire est doué d'une

d'une force centrale, qui retient toutes ces parties autour du centre & leur fait prendre une forme sphérique : cette force agit non-seulement sur la matière propre de la planète, mais elle s'exerce en raison renversée du quarré des distances sur tout ce qui se trouve dans la sphère de son activité. Il suit même des principes de M. Newton, que plus une planète est petite, plus sa densité & sa force centrale augmentent : il doit donc nécessairement arriver que Vénus & son Satellite se chargent de la matière de l'atmosphère solaire, dans laquelle ils sont plongés l'un & l'autre, mais le Satellite en sera bien plus enveloppé & bien plus obscurci que la planète, 1°. parce qu'il est plus petit, & qu'en cette qualité il en prend plus à proportion ; 2°. parce que le mouvement de rotation de Vénus dissipe en partie cette enveloppe en le chassant vers ses pôles, au lieu que le Satellite, qui vraisemblablement n'a pas le même mouvement, en est enveloppé & offusqué ; il peut même se faire qu'il en garde une partie lors même qu'il se trouve hors de cette atmosphère, ce qui le rendra toujours moins brillant.

De toute cette théorie, on peut
Hist. 1762. Tome I. K

conclure , avec M. de Mairan , qu'en supposant même l'existence du Satellite de Vénus , on ne pourra le voir que dans trois cas : 1°. lorsque l'atmosphère solaire ne s'étendra pas jusqu'à l'orbe de Vénus ; 2°. lorsque s'étendant jusqu'à cet orbe , son épaisseur sera assez diminuée pour que Vénus se trouve au-dessus ou au-dessous ; 3°. enfin lorsque l'atmosphère & l'enveloppe de Satellite seront assez rares pour ne pas éteindre toute sa lumière.

Il est aisé de voir combien de causes purement accidentelles entrent dans la production de ces circonstances , & combien par conséquent il est difficile de les prévoir ; on peut cependant s'aider de valeurs hypothétiques dans un calcul de cette espèce ; & peut-être à force de les varier on pourroit , à l'aide du peu de données qu'on a sur cette matière , parvenir à rendre les observations du Satellite de Vénus un peu moins dépendantes du hasard.

C'est encore à la matière de l'atmosphère rassemblée autour de Vénus , que M. de Mairan croit devoir rapporter un anneau d'une lumière différente du reste du Soleil , qui a constamment accompagné Vénus dans tout le temps de son passage

sur le Soleil, que lui & plusieurs autres Astronomes ont remarqué. Il ne se dissimule pas que l'atmosphère propre de Vénus, si elle en a une, n'y puisse entrer pour quelque chose, mais il est toujours permis de hasarder une conjecture en pareille matière, & M. de Mairan ne la donne que pour telle.

Quoi qu'il en soit, il résulte bien clairement de son Mémoire, que le Satellite de Vénus peut exister & ne se faire voir cependant que rarement, & que par conséquent les Astronomes ne doivent rien négliger pour s'assurer d'un objet si intéressant, soit en multipliant leurs observations pour trouver les circonstances favorables, soit en redoublant leurs efforts pour perfectionner les instrumens. On touche peut-être au moment d'en avoir d'assez parfaits pour nous faire démêler ce Satellite, malgré le voile qui l'a presque toujours jusqu'ici dérobé aux yeux des Observa-

teurs



SUR LA MANIÈRE DE CALCULER

L'ÉQUATION DU TEMPS.

ON fait assez généralement qu'une pendule bien réglée ne suit pas & ne peut pas même suivre plusieurs jours l'heure indiquée par le Soleil sur un bon cadran , & qu'elle s'en écarte plus ou moins selon les différentes saisons de l'année. Cette différence est ce qu'on appelle *l'équation du temps* , & il s'agit ici de la manière de la déterminer & de la question qui s'est élevée à ce sujet ; mais avant que de l'exposer , il ne sera peut-être pas inutile de remettre sous les yeux les principes sur lesquels ce calcul est fondé.

Le jour naturel est l'espace de temps compris depuis un passage du Soleil au méridien jusqu'au passage suivant ; il est donc composé d'une révolution entière du premier mobile , plus de la portion de temps qui répond au chemin que le Soleil a fait dans l'écliptique pendant cette révolution. Les révolutions du premier mobile ou du globe terrestre sont égales entre elles ; mais la portion de temps qui répond au mouvement du

Soleil ne l'est nullement ; elle est inégale par deux raisons , la première , parce que des portions égales de l'écliptique , rapportées par des méridiens sur l'équateur , y donnent des arcs inégaux , & que ce sont cependant les arcs de l'équateur qui mesurent le temps ; d'où il suit que les portions égales de l'écliptique ne répondant pas à des arcs égaux de l'équateur , quand même le Soleil iroit d'un pas égal sur ce premier cercle , son mouvement , rapporté sur l'équateur , feroit inégal. Pour s'en former une idée plus nette , qu'on imagine deux Soleils partant tous deux en même temps du point de l'équinoxe & allant également , l'un sur l'équateur & l'autre sur l'écliptique ; il est clair que si à chaque point qu'on voudra , on fait passer un méridien par le Soleil supposé sur l'écliptique , ce méridien n'ira pas rencontrer celui qu'on a supposé sur l'équateur , & qu'à cause de l'obliquité des deux cercles , il coupera toujours l'équateur en un point différent , excepté aux points équinoxiaux où les deux Soleils se rencontreront , & aux points solsticiaux où ils auront tous deux même méridien ; il est donc bien certain que quand même le Soleil parcourroit

K 3

l'écliptique d'un mouvement égal , la portion diurne de ce mouvement , rapportée sur l'équateur , ne le feroit pas , & que les jours naturels , composés d'une révolution du premier mobile & de cette partie , ne le feroient pas non plus , leur inégalité de ce chef seroit la différence entre la marche des deux Soleils réduite en temps ; mais ce n'est pas seulement de ce chef que les jours sont inégaux : il s'en faut bien que la marche du Soleil dans l'écliptique soit uniforme , il va tantôt plus , tantôt moins lentement , & il suit de-là que la différence entre le mouvement du Soleil supposé allant uniformément sur l'équateur , & l'endroit du même cercle coupé par le méridien qui passe par le vrai Soleil , ou , ce qui revient au même , l'ascension droite vraie du Soleil , sera encore plus variable. Cette différence en causera donc nécessairement une dans la durée des jours ; & pour la connoître , on cherchera séparément à évaluer en temps les deux causes de cette inégalité , c'est ce qu'on appelle *construire les Tables de l'équation du temps* ; il ne s'agit pour cela que de réduire , d'une part , en temps la différence entre le mouvement moyen du Soleil & son

ascension droite , de l'autre , la portion de l'équateur qui répond à l'inégalité du mouvement du Soleil , ou , ce qui revient au même , à son équation.

Mais en quelle espèce de temps faudra-t-il convertir cette portion de l'équateur dont nous venons de parler ? sera-ce en parties de la révolution du premier mobile ? sera-ce en parties du jour solaire moyen ? c'est à quoi se réduit la question dont il s'agit dans le Mémoire de M. de la Lande.

Il pense que cette réduction doit se faire en parties du temps solaire moyen ou à raison de 15 degrés par heure , & en cela il s'éloigne du sentiment de feu M. l'abbé de la Caille , qui pensoit qu'on devoit faire la réduction des parties de l'équateur qui répondent à l'équation du temps , à raison de $15^{\text{d}} 2' 28''$ par heure , c'est-à-dire en comptant 24^{d} pour $360^{\text{d}} 59' 8''$, au lieu que dans l'usage ordinaire on compte seulement 360^{d} pour 24^{h} . Nous allons exposer les raisons que M. de la Lande a eues pour s'en tenir à l'ancien usage.

Le temps moyen , marqué par une horloge réglée sur le mouvement du Soleil , est le seul temps dont on puisse faire usage dans l'Astronomie ; le temps

vrai ou apparent étant nécessairement inégal , ne peut faire une échelle de numération ; toutes les époques , toutes les révolutions célestes sont en temps moyen ; l'équation du temps est donc la différence entre l'ascension droite vraie du Soleil & sa longitude moyenne , prise sur l'équateur , exprimée en temps moyen. Voyons comment on doit entendre cette expression.

Pour cela , reprenons la supposition que nous avons faite de deux Soleils partant en même temps du premier point d'*Aries* , pour aller l'un toujours également sur l'équateur , & l'autre inégalement sur l'écliptique. Du point de l'écliptique où se trouve le vrai Soleil au 6 Novembre , abaïssons un cercle perpendiculairement sur l'équateur ; ce cercle , qui sera un méridien , marquera sur l'équateur l'ascension droite vraie du Soleil , qui se trouvera pour lors éloignée de 4 degrés du Soleil supposé allant uniformément sur l'équateur ; le vrai Soleil & le Soleil supposé ne passeront donc pas au méridien en même temps , & la différence de leurs passages sera égale au temps qui s'est écoulé pendant le passage de ces 4 degrés par le méridien. Voyons donc

comment on doit les évaluer. Il est certain que c'est sur le mouvement de la pendule qui marque 24 heures d'un passage par le méridien du Soleil moyen au suivant ; or cette révolution est certainement de 360 degrés , sans plus ni moins : donc les 4 degrés doivent être évalués à raison de 15 degrés par heure , & non à raison de $15^{\text{d}} 2' 28''$. On doit donc les compter pour 16 minutes , qui feront la véritable équation du temps , & non pour $15' 57''$, que donneroient les 4 degrés , à raison de $15^{\text{d}} 2' 28''$ par heure. Veut-on s'en convaincre plus parfaitement , qu'on fasse attention que le Soleil étant alors dans le temps de sa plus grande équation , & cette équation n'augmentant ni ne diminuant , les deux Soleils seront toujours distans l'un de l'autre de 4 degrés. Or , en cette situation , l'un & l'autre emploiera précisément 24 heures à faire son tour , ou 360 degrés ; donc les 4 degrés qu'il y a entre eux mettront exactement à passer 16 minutes , & non $15' 57''$.

Pour en donner encore une nouvelle preuve , examinons le cas où 4 degrés d'ascension droite ne devroient faire que $15' 57''$, & pour cela supposons deux étoiles qui diffèrent en ascension droite

K 5

de 4 degrés, & voyons combien il y aura de temps entre leurs passages au méridien.

Si on suppose deux étoiles, dont l'ascension droite diffère de 4 degrés, & qu'on demande combien de temps il doit y avoir entre le passage de l'une & de l'autre au méridien, voici comment il faudra raisonner. La révolution diurne d'une étoile n'est que de $23^h 56'$ de temps à une horloge réglée sur le moyen mouvement du Soleil : on fera donc comme 360^d , révolution diurne de l'étoile, est à $23^h 56'$; ainsi 4^d , distance entre les deux étoiles, est à $15' 57''$. Or, si les deux étoiles immobiles l'une par rapport à l'autre, & qui n'emploient que $23^h 56'$ à faire leur révolution, doivent mettre $15' 57''$ à parcourir les 4 degrés d'ascension droite dont elles diffèrent, le Soleil mobile dans un sens contraire à celui de la révolution diurne, & qui emploie précisément 24 heures à retourner au méridien, doit mettre 16 minutes entières à parcourir ces mêmes 4 degrés; les 3 secondes de plus répondent à la petite portion d'espace qu'il a parcourue pendant ce temps dans l'écliptique.

Toutes ces raisons déterminent M. de

la Lande à penser que la Table de l'équation du temps , qui se trouve dans les Tables du Soleil de feu M. l'Abbé de la Caille, doit être corrigée suivant les principes que nous venons d'établir , & il a fixé lui-même , dans une petite Table jointe à son Mémoire , la correction qui doit y être faite , & qui monte tout au plus à 2'', 6. Quoique cette erreur soit petite , comme elle pouvoit tirer à quelque conséquence, M. de la Lande a cru devoir la relever , & n'a pas cru manquer à la mémoire de feu M. l'abbé de la Caille , en faisant cette légère correction dans un Ouvrage déjà consacré à l'immortalité par le jugement des Astronomes ; c'est moins y relever une faute qu'y ajouter un nouveau degré de perfection. S'il faut que les ouvrages des hommes pèchent toujours par quelque endroit , M. l'abbé de la Caille ne pouvoit certainement payer un moindre tribut à l'humanité.

S U R L A C O M É T E

QUI A PARU EN 1762.

LA théorie des Comètes fait aujourd'hui un des objets des plus intéressans

K 6

de l'Astronomie moderne : on fait que ces Astres sont des planètes assujetties, comme les autres, à circuler autour du Soleil & qu'elles n'en diffèrent que par l'énorme longueur de leurs orbites, & parce qu'elles n'ont vraisemblablement aucun mouvement de rotation sur elles-mêmes. Ces astres, autrefois si redoutés, ne sont plus que l'objet des soins & des recherches des Astronomes : celle qui a paru pendant les mois de Mai & de Juin de cette année, n'a point échappé aux observations de nos Astronomes ; ils l'ont exactement suivie, & nous allons rendre compte de leur travail.

La Comète dont nous parlons fut découverte à la Haie le 17 Mai par M. Klinkenberg, Correspondant de l'Académie, qui ne manqua pas de lui en faire part : elle paroissoit à la lunette comme une étoile de la quatrième ou cinquième grandeur, environnée d'une foible nébulosité. On avoit peine à l'apercevoir à la vue simple ; elle étoit alors dans la constellation de la grande Ourse, fort proche de celle du Lynx, ayant une longitude de $2^{\text{h}} 8^{\text{d}} 15^{\text{s}}$ & une latitude boréale de $44^{\text{d}} 10'$.

Aussitôt qu'on fut informé de son apparition, M^{rs} Maraldi, de la Lande,

Bailly & Messier la cherchèrent & la comparèrent aux étoiles les plus voisines. Mrs Maraldi & de la Lande ont communiqué séparément à l'Académie leurs observations & les élémens qu'ils en ont déduits pour la théorie de cette Comète.

Avoir fixé par les observations la route d'une Comète dans le ciel étoilé, n'est pas, à beaucoup près, avoir décrit son orbite dans le système solaire : un Astronome placé dans le Soleil l'auroit déterminée par ces observations, mais nous voyons la Comète de dessus la Terre, & comme l'orbe annuel a communément un rapport très-sensible avec la partie de l'orbite d'une Comète qu'elle parcourt pendant son apparition, il arrive nécessairement que les lieux de la Comète, vus de la Terre, diffèrent prodigieusement de ceux que la même Comète paroîtroit avoir, vue du Soleil. La fameuse Comète de 1759 parut dans la constellation de l'Hydre, dans une partie du ciel toute opposée à celle où on l'avoit vue en 1682, quoiqu'elle fût à très-peu près dans la même partie de son orbite, & uniquement parce que la Terre occupoit une partie de la sienne, différente de celle qu'elle avoit occupée en 1682.

Il faut donc réduire la route apparente de la Comète dans le ciel étoilé à celle que lui verroit parcourir un observateur placé au centre du Soleil. On sent assez combien ce calcul doit être pénible & combien on est obligé de faire de fausses positions avant que d'avoir trouvé celle qui satisfait aux observations.

Pour épargner une partie de ce calcul ; M. de la Lande emploie une méthode graphique très-ingénieuse : il décrit un grand cercle qui représente l'orbite de la Terre , au centre duquel on place le Soleil , n'étant pas nécessaire pour l'opération d'avoir égard à l'excentricité.

On place sur ce cercle la Terre dans les positions qu'elle avoit aux jours des observations de la Comète ; & ayant tiré de ces points des lignes allant au centre ou au Soleil , on tire de chacun de ces mêmes points des lignes indéfinies , faisant avec les premières des angles égaux à ceux des distances apparentes de la Comète au Soleil , réduites à l'écliptique. Il est clair que la position réelle de la Comète se trouvera chaque jour sur la ligne qui exprime pour ce jour-là sa position apparente ; reste à savoir à quel point de chaque ligne.

Or voici comment on le peut déterminer.

La théorie Newtonienne nous enseigne que si on partage l'orbite d'une planète en parties quelconques, & que de ces divisions on mène des lignes au Soleil, ces lignes formeront des espèces de secteurs ou triangles, dont l'aire sera toujours proportionnelle au temps pendant lequel la partie de l'orbite elliptique qui leur sert de base, a été parcourue par la planète.

D'après ce principe, on cherchera donc sur les lignes qui vont de la Terre à la Comète des points tels, que menant de tous ces points des lignes au Soleil, ces lignes forment des triangles dont les aires soient proportionnelles aux temps écoulés entre les observations, & ces points seront des points de la courbe que décrit la Comète. Si donc on fait passer par ces points une parabole, ce qui ne différera pas sensiblement de l'ellipse pour la petite partie qu'a parcourue la Comète, on aura l'orbite de la Comète réduite à l'écliptique : on a d'ailleurs ses latitudes vues de la Terre, qu'on réduira aux latitudes vues du Soleil au moyen des distances données par les opérations que nous venons de

décrire. On pourra donc avoir l'inclinaison de son orbite ; le lieu de son nœud , la position du grand axe de l'orbite , le passage par le périhélie , en un mot tous les élémens de la théorie , qu'il ne s'agira plus que de vérifier par un calcul , dont les opérations graphiques ont supprimé la plus grande partie.

C'est à l'aide de cette méthode que M. de la Lande ayant calculé , suivant ses propres observations & suivant celles de M. Messier , a déterminé que la Comète avoit passé par son périhélie le 29 Mai à 3^h 27^m du matin , qu'elle étoit pour lors plus éloignée de la Terre que le Soleil d'environ un centième de la distance du Soleil , ou 33000 lieues , que le lieu du périhélie étoit à 15^d 15['] de l'Écrevisse , que le Nœud ascendant étoit à 19^d-20['] des Poissons , que l'inclinaison de l'orbite étoit de 84^d 45['] , & qu'enfin cette Comète alloit suivant l'ordre des Signes.

Les mêmes élémens ont été déterminés par M. Maraldi : l'accord qui se trouve entre ces déterminations & leur conformité aux observations , prouvent également & l'exactitude des Observateurs & la bonté des méthodes de l'Astronomie moderne.

Le noyau de cette Comète a paru assez lumineux, mais mal terminé; elle avoit une petite queue opposée au Soleil. Si elle avoit passé par son périhélie au commencement de Février, elle auroit pu approcher assez près de la Terre pour être très-visible; il faut même qu'elle soit assez grosse, & peut-être plus que la Terre, puisqu'on la voyoit encore lorsqu'elle étoit à une distance presque double de celle du Soleil, c'est-à-dire à environ soixante millions de lieues.

En comparant l'orbite de cette Comète avec celles de quarante-huit autres, qui nous sont connues par les observations anciennes, on n'en trouve aucune qu'on puisse soupçonner d'être la même. C'en est donc une toute nouvelle, ou, pour parler plus juste, dont la route nous étoit totalement inconnue. Si on veut faire attention au point où en est présentement l'Astronomie des Comètes, & le comparer à celui où elle étoit au commencement de ce siècle, on sera certainement étonné des progrès qu'elle a faits en aussi peu de temps.

SUR LES OBSERVATIONS.

Solsticiales faites à Saint-Sulpice.

ON ne fait pas encore bien certainement si l'obliquité de l'écliptique est constante ou variable, les sentimens des Astronomes sont partagés sur ce point : le moyen le plus sûr de résoudre cette question, est certainement d'observer exactement les hauteurs solsticiales du Soleil pendant un grand nombre d'années.

M. le Monnier a suivi cette méthode ; il a employé à cet usage les observations faites année par année, depuis dix-huit ans, au gnomon qu'il a établi lui-même dans l'église de Saint-Sulpice : ce gnomon est composé d'un objectif de 80 pieds de foyer, dont l'axe est fixé dans le plan de la méridienne ; l'image du Soleil y est reçue sur un marbre blanc fixé dans le carreau de l'église, & ce marbre est couvert toute l'année d'une plaque de bronze, qu'on ne lève que pour faire les observations. Le grand axe de cette image a sur le marbre 9 pouces $7 \frac{1}{2}$ lignes, & une ligne répond

DES SCIENCES , 1762. 235
à $16'' \frac{1}{2}$; d'où il suit qu'une seconde
y est très-perceptible , puisqu'elle est à
très-peu près la seizième partie d'une
ligne.

Les observations que M. le Monnier
donne dans ce Volume , comprennent
telles qui ont été faites depuis 1744
jusqu'en 1763 ; celles de 1764 n'ont pu
y avoir place , parce que cette partie du
volume étoit déjà imprimée quand elles
ont été faites. Comme cependant il étoit
utile qu'elles parussent à la suite des
autres , nous avons cru que le Public
nous sauroit gré de les insérer dans cette
Histoire ; les voici telles qu'il nous les
a communiquées.

« Les termes du grand axe de l'image
» du Soleil , gravés sur le marbre en
» 1745 , sont marqués par des traits noirs
» d'une épaisseur assez sensible pour être
» vus sans loupe ; ces termes ont été
» gravés dans la plus grande élévation
» du Soleil , c'est-à-dire lorsque le
» nœud de la Lune étoit dans le Bélier.

» Le 20 Juin 1764 , le Soleil étant
» parfaitement bien terminé & le ciel
» sans nuages , l'image du Soleil a paru
» comprendre les deux termes , c'est-à-
» dire qu'elle débordoit d'un sixième de
» ligne du côté du sud , & d'un tiers de

» ligne du côté du nord , le Soleil étoit
 » alors de 4 secondes au-dessous du Tro-
 » pique ; d'où il suit qu'en faisant la
 » réduction , l'image du Soleil se trouve
 » être revenue au même point préci-
 » sément où elle étoit lorsque le lieu du
 » nœud de la Lune se trouvoit , il y a
 » dix-huit ans , au commencement du
 » signe du Bélier ; d'où l'on doit conclure
 » que la prétendue diminution de l'oblir-
 » quité de l'écliptique , à raison d'une
 » minute en cent ans , n'a pas été sen-
 » sible à un instrument qui donne , en
 » pareils cas , les hauteurs mieux qu'à
 » 5 secondes près ».

Il paroît donc résulter de la suite des
 observations , faites au gnomon de Saint-
 Sulpice , & communiquées par M. le
 Monnier , que l'obliquité de l'éclipti-
 que n'a eu d'autres variations que celles
 qu'y occasionnent la nutation dont nous
 avons parlé en 1745 (1) , & dont on
 trouvera les principes en ce volume
 dans l'Éloge de M. Bradley ; il faudroit
 donc abandonner la diminution absolue
 de l'écliptique , que la comparaison des
 observations anciennes aux modernes ,
 semble donner de 45 secondes en un

(1) Voyez *Histoire* 1745.

siècle , ou au moins la supposer beaucoup plus petite , puisqu'elle n'auroit produit aucune différence sensible dans l'espace de dix-huit ans , & il paroît effectivement que M. le Monnier inclineroit à la regarder comme très-petite.

SUR LA MANIÈRE

De concilier les Observations de Saint-Sulpice avec la diminution de l'obliquité de l'Écliptique.

NOUS venons de rendre compte dans l'article précédent , des Observations solsticiales de M. le Monnier , & des inductions qu'il en tire contre la diminution de l'obliquité de l'écliptique , supposée de 45 secondes par siècle.

M. de la Lande ne pense pas cependant qu'on doive encore se presser d'abandonner la supposition d'une diminution constante dans l'obliquité de l'écliptique ; & voici comment il prétend concilier cette diminution avec les observations faites au gnomon de Saint-Sulpice.

En supposant , d'après la comparaison des anciennes observations avec les
• modernes , d'après celles de M. l'abbé

238 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

de la Caille & celles de M. de la Lande, & enfin d'après la théorie Newtonienne, la diminution de l'obliquité de l'écliptique de 45 secondes par siècle, elle aura dû varier en dix-huit ans de 8 secondes ; or 8 secondes répondent sur le marbre du gnomon à un espace d'une demi-ligne , & il est bien certain que cette diminution auroit dû y être apperçue , si on suppose l'instrument exempt de toute variation ; mais M. de la Lande ne pense pas que cette supposition soit légitime , il a trouvé , par le calcul trigonométrique , qu'en supposant que le mur de face du portail qui supporte l'objectif ait baissé seulement d'une ligne , cette variation a dû faire absolument disparaître celle qui auroit été causée par la diminution réelle de l'obliquité de l'écliptique. Or , quelque bien fondé , quelque bien bâti que soit ce portail , est-il bien probable qu'un mur de quatre-vingts pieds de hauteur , dont le poids est immense & qui est encore chargé d'un portail assez massif , n'ait pu baisser en dix-huit ans d'une ligne , sur-tout un mur bâti depuis peu d'années , & qui n'a pas encore acquis toute sa consistance ? Il est au contraire très-naturel de soupçonner qu'il a pu s'affaisser ; & une des

plus grandes preuves qu'on puisse donner de sa solidité , est qu'il ait varié si peu. M. de la Lande en conclut que les observations faites avec un quart-de-cercle de six pieds, bien divisé, & qu'on peut vérifier en tout temps , doivent être préférées , pour des recherches aussi délicates que celles dont il s'agit , à celles qu'on peut faire avec des gnomons même très-grands , qui ne peuvent jamais être exempts de quelque soupçon d'incertitude.

SUR LA CAUSE DU MOUVEMENT

Observé dans les Nœuds du troisième & du quatrième Satellites de Jupiter.

IL est constant , par la théorie de l'attraction , qu'une Planète attirée par une autre , qui se meut du même sens dans une orbite concentrique à la première , produit dans les nœuds de la première un mouvement en sens contraire à celui de la Planète attirante.

Mais il faut bien faire attention que ce mouvement en sens contraire est celui du nœud ou de l'intersection des deux orbites , & qu'il pourroit très-bien arriver que ce mouvement , rétrograde ,

par exemple , sur l'orbite de la planète attirante , devînt direct si on le rapportoit à l'intersection de l'orbite de la planète attirée avec un troisième plan. Nous avons expliqué l'année dernière (1) toute cette théorie , en parlant d'un Mémoire de M. de la Lande sur les Nœuds des Planètes principales ; voici encore une application du même principe à la théorie du mouvement des Nœuds des Satellites de Jupiter. La sagacité des Astronomes modernes & leur assiduité à bien observer , leur a fait déterminer , avec une précision presque incroyable , la position des orbites des Satellites , leurs inclinaisons , le lieu & le mouvement de leurs nœuds ; le mouvement de ces nœuds est direct , quoique celui des nœuds de la Lune , Satellite de la Terre , soit rétrograde , c'est de cette différence qu'il est question de rendre raison.

La Lune suit absolument la règle que nous venons d'indiquer : l'attraction qu'elle éprouve de la part du Soleil rend le mouvement de ses nœuds rétrograde sur l'écliptique orbite de la planète attirante.

(1) Voyez *Histoire* 1761.

Mais les Satellites de Jupiter sont dans un cas bien différent. L'action du Soleil sur eux est physiquement nulle , ou du moins si petite qu'on la peut négliger ; le mouvement de leurs nœuds n'est par conséquent dû qu'à l'action mutuelle des Satellites les uns sur les autres : il devroit donc en résulter un mouvement rétrograde dans leurs nœuds, c'est-à-dire dans les intersections respectives de leurs orbites , & ce mouvement a effectivement lieu ; mais ce que nous appelons *nœud d'un Satellite* , n'est pas l'intersection de son orbite avec celle d'un autre Satellite , mais celle de cette orbite avec celle de Jupiter , à laquelle on rapporte toutes celles des Satellites. Or M. de la Lande démontre que dans ce cas le mouvement rétrograde du nœud d'un Satellite sur l'orbite du Satellite attirant , en doit produire un direct dans le nœud du même Satellite sur l'orbite de Jupiter , conformément au principe dont nous avons parlé l'année dernière ; & la théorie , qui sembloit , en ce point , contredire les observations , leur devient tout-à-fait conforme.

Il suit de-là que , suivant que les orbites auront des inclinaisons plus ou moins différentes , le mouvement des

Hist. 1762. Tome I.

L

nœuds augmentera ou diminuera. M. de la Lande fait voir qu'il y a un cas dans lequel le mouvement du nœud cesseroit absolument, du moins pour le quatrième Satellite ; car il n'a appliqué la théorie qu'à ce Satellite & au troisième. Il suit encore que le mouvement des nœuds de ces deux Satellites sur l'orbite de Jupiter , doit être direct , celui seulement des nœuds du quatrième plus grand que celui du troisième , & qu'enfin ces mouvemens peuvent changer jusqu'au point de devenir nuls ou rétrogrades , si la situation respective des nœuds & des inclinaisons des orbites venoit à changer jusqu'à un certain point ; on ne doit pas même regarder ceci comme une pure supposition : du mouvement des nœuds, il doit nécessairement résulter une variation dans les inclinaisons des orbites ; mais M. de la Lande réserve cette discussion pour un autre Mémoire. Combien de bizarreries apparentes peut produire dans la Nature l'exécution constante d'un même loi !



SUR UNE NOUVELLE MANIÈRE

*De trouver, avec une très-grande précision ,
le mouvement horaire de Vénus ou de
Mercure dans leurs passages sur le Soleil.*

UN des plus grands avantages de l'observation des passages de Vénus & de Mercure sur le Soleil, est de fixer avec la plus grande précision, l'inclinaison de l'orbite de ces planètes avec l'écliptique & la position de leur nœud. En effet, comme le nœud de ces planètes est toujours assez voisin de la conjonction dans ces observations, la trace de la planète sur le disque du Soleil, déterminée par les points observés, donne, avec une très-grande précision, cette portion de l'orbite de la planète, & par conséquent son inclinaison à l'écliptique & la position de son nœud : on a pour lors, presque sans calcul, plus de points de l'orbite en deux heures de temps qu'on n'en obtiendrait en plusieurs mois avec bien du travail hors de cette circonstance.

Mais il est nécessaire aussi, pour faire usage de cette circonstance si favorable,

L 2

de connoître , avec toute la précision possible , la quantité de mouvement que la planète fait en une heure , ce qu'on appelle son *mouvement horaire*. La moindre erreur dans cet élément pourroit en introduire de très-considérables dans les résultats , & par conséquent les Astronomes ne peuvent s'appliquer avec trop de soin à le rechercher.

Cette recherche , que M. de la Lande a entreprise , étoit d'autant plus nécessaire , que par les méthodes ordinaires on ne pouvoit guère s'assurer qu'à 10 ou 15 secondes près de la quantité de l'inclinaison de l'orbite , qu'on trouvera certainement avec bien plus de précision par la méthode de M. de la Lande , qui pourroit donner le mouvement horaire à un centième de seconde près , au lieu que le calcul ordinaire par les Tables y laisse toujours une demi-seconde d'incertitude. Nous disons qu'elle pourroit donner , car il faudroit pour cela que tous les élémens qu'on est obligé d'employer dans ce calcul fussent susceptibles de la même précision , mais en l'état où ils sont on en peut espérer une très-grande , & examiner , sans le secours des Tables , les différentes suppositions qu'on est obligé de faire & ce

DES SCIENCES , 1762. 245
qui doit résulter des élémens qu'on
emploie directement à trouver le mou-
vement horaire & ses inégalités pendant
le temps du passage ; élément jusqu'ici
négligé par les Astronomes , & dont le
défaut a dû introduire bien des incerti-
tudes dans leurs résultats.

Cette méthode, dont nous ne pou-
vons donner ici que la plus légère idée ,
consiste à rechercher , au moyen de
l'excentricité & de la distance de la
planète, supposées connues, quel doit
être dans le temps donné le mouvement
vrai de la planète. M. de la Lande trouve
alors , par un calcul algébrique assez
simple , ce qu'on doit ajouter ou retran-
cher de ce mouvement vrai pour avoir
le mouvement moyen , & c'est ici la
pierre de touche du calcul. Comme ce
mouvement moyen est assez bien connu
par les Tables , si le résultat qu'on ob-
tient par le calcul , se trouve conforme
au mouvement moyen qu'elles indi-
quent , on peut s'affurer que le calcul
est bon ; mais si au contraire il y avoit
de la différence , il faudroit revenir sur
ses pas , & chercher lequel des élémens
a besoin d'être corrigé , ce qui se trou-
vera toujours assez facilement ; après
quoi on réduira le mouvement horaire

L 3

ainsi trouvé à l'écliptique , par le calcul trigonométrique.

Ce mouvement horaire est celui qu'observeroit un Astronome placé dans le Soleil ; mais il est aisé d'avoir celui qui doit être vu de la Terre. Comme ces deux Observateurs & la planète sont en ce cas dans une même ligne droite , les mouvemens horaires qu'ils observeront ne peuvent différer qu'en ce qu'ils seront proportionnels aux distances , & en ce qu'ils les verront se faire dans des sens opposés ; il ne sera donc question que de les augmenter ou de les diminuer , & de tenir compte du changement apparent que le mouvement de la Terre y peut causer. Combien d'attentions nécessaires pour la détermination des élémens de la théorie des planètes , dont on n'avoit pas , il y a moins d'un siècle , la plus petite connoissance !

OBSERVATION.

M. DE LA NUX , Correspondant de l'Académie à l'isle de Bourbon , a mandé à M. Pingré , qui l'avoit prié de comparer plusieurs Étoiles du ciel austral , qu'il s'étoit servi pour cette opération

d'un moyen singulier. Ce moyen consistoit à regarder les étoiles à travers des corps diaphanes un peu nébuleux & plus ou moins épais : telle étoile qui étoit visible à travers un corps diaphane d'une certaine épaisseur, cessoit de l'être dès qu'on employoit un corps semblable, mais plus épais. Avec des transparens de diaphanéité égale, mais d'épaisseurs différentes & graduées, on pourroit parvenir à classer les étoiles d'une manière bien plus sûre que par l'estime ; on pourroit même s'assurer si de certaines étoiles qu'on soupçonne d'être variables, le sont réellement, puisqu'en cas d'augmentation ou de diminution de leur lumière, il faudroit employer des transparens plus ou moins épais. Ce moyen a paru assez simple & assez ingénieux pour mériter que l'Académie en fit part au Public, & invitât les Astronomes à en essayer l'usage.

CETTE année parut un Ouvrage de M. de la Lande, intitulé : *Exposition du Calcul astronomique*, in-12, à l'Imprimerie Royale.

L'Ouvrage duquel il est ici question, n'est point un Traité complet du Calcul

astronomique ; l'auteur a eu principalement en vue d'en faire un supplément au Livre de la Connoissance des mouvemens Célestes , qu'il publie chaque année par ordre de l'Académie.

La Connoissance des mouvemens Célestes , connue depuis long - temps sous le nom de *Connoissances des Temps*, contenoit , outre tout le détail des lieux du Soleil , de la Lune , des Planètes , &c. un assez grand nombre de Tables utiles. Lorsque M. de la Lande fut chargé en 1758 de cet Ouvrage , il jugea à propos d'y insérer des Tables nouvelles ; mais comme elles auroient énormément grossi cet Ouvrage , qui doit relativement à ses usages être portatif , il fallut en supprimer d'autres qui cependant pouvoient avoir aussi leur utilité. Pour concilier , autant qu'il étoit possible , l'un & l'autre objet , il imagina de rassembler en un seul corps d'ouvrage toutes celles qu'on auroit été obligé de répéter tous les ans , & d'en faire , comme il le dit lui-même , *un supplément perpétuel à un Livre qui change chaque année*. Par ce moyen il s'est procuré le double avantage de ménager plus de place dans la Connoissance des mouvemens Célestes , pour y insérer les objets qu'il croyoit

devoir y placer , & de pouvoir traiter un peu plus au long ceux dont il a composé l'ouvrage dont nous avons à rendre compte.

Le Calendrier fait le premier article de ce Livre. Les mouvemens célestes étant la mesure de la durée du temps , il étoit bien juste de commencer par en expliquer les principales divisions & de faire voir avec quelle adresse l'industrie de l'homme a trouvé le moyen de s'en assurer : on n'a pas communément la moindre idée de tout le travail & de tout le génie qui ont été nécessaires pour former des années ; qui doivent nécessairement être composées d'un nombre complet de jours , de manière qu'elles ne pussent jamais s'écarter d'un seul jour de la révolution du Soleil , qui contient , outre les jours , des heures , des minutes & des secondes , & ce qui est encore plus difficile , de la révolution de la Lune , qui devient nécessaire pour la célébration des Fêtes mobiles ; c'est cependant ce qu'il étoit question de faire , & ce qu'on a fait réellement , lors de la réformation du Calendrier en 1582 ; elle fera à jamais une époque mémorable dans les fastes de l'Astronomie : M. de

la Lande en donne tous les principes. Lorsqu'on trouve dans un almanach les principaux points du Calendrier énoncés pour une année, on est communément bien éloigné de penser qu'il en ait tant coûté pour les y mettre.

Les années sont composées de jours, mais les jours sont composés d'heures, de minutes, de secondes, qui suivent, comme les degrés du cercle, la progression sexagésimale, c'est-à-dire que soixante secondes valent une minute, soixante minutes un degré ou une heure, &c. Il doit donc arriver qu'on rencontre fréquemment dans le calcul, des fractions sexagésimales; on y rencontre aussi très-souvent des fractions décimales. M. de la Lande donne la manière dont les unes & les autres, peu usitées dans le calcul ordinaire, doivent être traitées.

Tous ceux qui ont la plus petite connoissance des Mathématiques, connoissent le calcul trigonométrique ordinaire, mais les nouvelles théories introduisent souvent des équations, dans lesquelles les sinus tangentes & sécantes sont représentés sous une forme algébrique. M. de la Lande enseigne à les faire reparoître sous leur forme naturelle & à trouver

même dans l'occasion les sinus & les tangentes sans le secours des Tables : il donne de même , dans un autre article , le calcul des fractions par les logarithmes.

Muni de tous ces principes, M. de la Lande a donné, article par article, la manière de calculer presque tous les objets qui entrent nécessairement dans la Connoissance des mouvemens célestes, comme le commencement & la fin du Crépuscule, le point de l'horizon où le Soleil se lève & celui où il se couche, l'heure de son lever & celle de son coucher, les arcs demi-diurnes ou la portion de chaque parallèle diurne du Soleil, qui s'étend depuis le méridien jusqu'à l'horizon dans la latitude de Paris, la longitude du Soleil au midi de Paris & au midi de tous les lieux de la Terre, même à toutes les heures du jour, la déclinaison, la distance de l'Équinoxe ou du premier point d'*Aries* au méridien, le temps moyen à l'instant du midi vrai, ou l'heure que marqueroit au midi indiqué par une méridienne une pendule réglée sur le mouvement moyen du Soleil; l'équation de l'horloge, le lieu de la Lune, son passage par le méridien de Paris, & celui de tel autre lieu donné qu'on voudra, le lever & le coucher de

cette Planète, la liste des observations à faire dans chaque mois, article bien important pour l'Astronomie & d'une commodité immense pour les Astronomes; le passage de la Lune par son apogée & par son périée, très-important à connaître pour les marées; le passage des Planètes par leurs aphélies, par leurs périhélie, par leurs moyennes distances & par leurs nœuds; celui de Jupiter & de Saturne par les nœuds de leurs satellites, & celui de ce dernier par les nœuds de son anneau; le passage du Soleil par le parallèle des différentes Étoiles avec lesquelles on le peut comparer; son passage par les nœuds des Planètes, qui servent tant à déterminer les inclinaisons de leurs orbes sur l'écliptique, les phases de Vénus, où il enseigne à calculer la quantité de lumière qu'elle doit avoir relativement à sa position, tant avec le Soleil qu'avec la Terre; les Étoiles nouvelles & celles qu'on nomme *changeantes*, parce qu'elles varient de grandeur & de lumière; la lumière zodiacale & le temps de ses apparitions, les longitudes & les latitudes des Planètes, les Éclipses des satellites de Jupiter & la manière de les observer, la manière de déterminer leur

situation apparante & d'en dresser la figure

Tous ces objets & la manière de les calculer , forment une partie considérable de l'ouvrage de M. de la Lande : nous n'aurions pu entrer dans le détail de chacun sans excéder les bornes d'un extrait : nous nous contenterons de dire qu'il joint par-tout aux méthodes usitées les nouvelles découvertes & les nouvelles équations , qui sont à la fois le fruit de la théorie de la gravitation & celui de la précision des observations modernes , & nous nous hâterons de parler de quelques objets plus importants qui composent le reste de cet Ouvrage.

L'obliquité de l'écliptique est le premier. On fait combien les Astronomes ont été & sont encore partagés sur ce sujet ; les uns regardent l'angle de l'écliptique comme constant , à la nutation près , ce mouvement de balancement qui la fait varier de 18 secondes en neuf ans , & dont nous avons parlé dans ce Volume ; les autres au contraire regardent cet angle comme décroissant réellement. M. de la Lande embrasse le sentiment de ces derniers , & fixe cette quantité de diminution absolue à 47 secondes par siècle. En effet , nous

seulement les observations de plusieurs célèbres Astronomes semblent l'indiquer, mais en ore la même théorie qui donne la nutation, donne aussi cette diminution absolue ; & si l'on adopte l'une, il semble inconséquent de vouloir rejeter l'autre.

La position des étoiles est un des points principaux de l'Astronomie ; c'est à elle qu'on doit comparer les planètes pour déterminer leurs mouvemens apparens ; mais pour parvenir à fixer la position des étoiles, il est nécessaire d'en avoir quelques-unes placées avec toute l'exactitude possible, auxquelles on puisse rapporter les autres ; c'est en les comparant au Soleil, lorsqu'il passe dans leur parallèle, qu'on y parvient. M. de la Lande donne tout le détail de cette méthode ; & pour en faire voir l'exactitude, il y joint une Table des positions de plusieurs étoiles de la première grandeur, déterminées en des temps & des circonstances différentes, & qui cependant diffèrent si peu qu'on les peut regarder comme parfaitement d'accord.

Il est bien évident que lorsqu'on veut comparer des observations d'étoiles, faites aujourd'hui, avec celles qui ont été faites anciennement, on doit avoir

égard à la précession des équinoxes ou au mouvement par lequel les intersections de l'écliptique & de l'équateur reculent contre l'ordre des signes, puisque ce mouvement les fait paroître s'avancer dans le sens de la longitude.

Mais il est encore un autre mouvement par lequel l'écliptique change sa position continuellement, elle y est sollicitée à chaque instant par l'action des autres planetes, qui n'étant pas dans le même plan qu'elles, tendent à la détourner. Cette action générale, combinée de mille manières, forme cependant une action totale, qui altère d'une part l'obliquité de l'écliptique, & de l'autre la régularité de la précession des équinoxes, & c'est ce qu'on appelle *équation séculaire*, parce que la quantité n'en est déterminée que par siècles, elle échapperoit aux observations si on la prenoit par années. M. de la Lande en détaille ici la théorie & en détermine la quantité, qui, comme on voit, doit causer des variations dans les latitudes de presque toutes les étoiles : il ajoute à cet article la manière de calculer l'heure du passage d'une étoile par le méridien à Paris & dans tel autre endroit qu'on voudra, & celle de trouver l'heure la

nuit par la situation des étoiles circompolaires.

M. de la Lande n'a pas oublié dans cet Ouvrage l'article des réfractions ; il donne l'histoire abrégée de tout ce qui avoit été fait sur cette manière depuis la Table publiée en 1684 par Jean-Dominique Cassini jusqu'à M. l'abbé de la Caille, l'Astronome peut-être qui ait le plus contribué à éclaircir cette importante matière ; il rend compte de la méthode dont il s'est servi pendant son voyage au Cap, & dont nous avons parlé en 1755 (1) : il y rappelle la variation que M. l'abbé de la Caille a observée dans la réfraction qui dépend de la pesanteur & de la température de l'air : il y parle de la grande réfraction observée par M. Bouguer, lorsque les astres se peuvent voir au-dessous de l'horizon & en indique la théorie, expliquée plus au long dans l'Histoire de l'Académie de 1749 (2) : il y joint la manière de déterminer l'accourcissement que les réfractions causent aux diamètres du Soleil & de la Lune inclinés à l'horizon ; objet important dans bien des occasions où

(1) *Voyez Histoire 1755.*

(2) *Idem. 1749.*

l'on peut avoir besoin d'obtenir ces diamètres avec une très-grande exactitude.

Une des opérations les plus familières aux Astronomes , est celle des hauteurs correspondantes du Soleil. On fait que le moyen le plus usité pour connoître l'instant du vrai midi , est de prendre le matin des hauteurs du Soleil, en marquant l'heure à la pendule , & de reprendre les mêmes hauteurs après midi , & que l'intervalle de temps compris entre les deux observations de chaque hauteur , étant partagé en deux , donne l'instant du passage du Soleil par le méridien ; mais cette méthode suppose que le Soleil ne change pas sensiblement de déclinaison d'un moment à l'autre , & hors le temps des solstices il en change continuellement. Il faut donc corriger le midi trouvé par les hauteurs correspondantes , & M. de la Lande enseigne à calculer & à déterminer les termes de cette équation.

Lorsqu'on observe la hauteur d'un Astre dans la lunette du quart-de-cercle , le fil horizontal est nécessairement dans le plan d'un grand cercle , qui passe par l'Astre & par l'œil ; ce fil donc s'écarte nécessairement vers ses bords , du cercle parallèle à l'horizon , qui est

un petit cercle : or comme il arrive souvent que la hauteur n'est pas prise au centre de la lunette, il est nécessaire de corriger cette hauteur observée, si on veut avoir la véritable. M. de la Lande enseigne à calculer cette correction, qu'il applique aussi à l'erreur causée dans un quart - de - cercle par le non-parallélisme des lunettes & du plan de l'instrument.

Il arrive souvent qu'on ne peut pas prendre la hauteur d'un Astre au moment de son passage par le méridien ; mais seulement quelques minutes avant ou après ; alors il est nécessaire de réduire la hauteur observée à celle que l'Astre auroit eue s'il avoit été observé au méridien. M. de la Lande enseigne l'art de faire cette réduction & d'en déterminer la quantité.

L'aberration, ce mouvement apparent si singulier des étoiles & des planètes, découvert par feu M. Bradley, ne pouvoit manquer de trouver place dans l'ouvrage de M. de la Lande ; il y donne un abrégé des principes sur lesquels en est fondée la théorie, & la manière d'en déterminer la quantité par le calcul ; mais comme l'Académie a déjà rendu compte de cette manière

dans les Histoires de 1737 (1) & de 1746 (2) , & que d'ailleurs les principes de l'aberration se trouvent dans l'Éloge de M. Bradley , imprimé à la fin de cette Histoire ; nous prions le Lecteur de vouloir bien y avoir recours.

Nous en userons encore de même à l'égard de la nutation de l'axe terrestre , dont nous avons en 1745 (3) exposé les principes qui se retrouvent encore dans le même Éloge de M. Bradley.

Le diamètre de la Lune se peut obtenir , comme celui du Soleil , par le temps qu'il met à passer par le méridien ; mais ce diamètre ainsi déterminé , est sujet à une correction : le mouvement propre de la Lune est assez vif pour que la portion qu'elle parcourt pendant le temps de son passage soit sensible , & que par conséquent le temps de ce passage en soit augmenté ; il faut donc diminuer le diamètre de la Lune , déterminé par cette voie , & M. de la Lande enseigne la manière de déterminer cette diminution.

Le même diamètre de la Lune souffre

(1) Voyez Histoire 1737.

(2) Idem. 1746.

(3) Idem. 1745.

encore une variation très-réelle, à raison de sa hauteur sur l'horizon : comme l'Observateur n'est pas placé au centre de la Terre, mais à la surface, il est évident que lorsque la Lune est à son zénith, elle est plus proche de lui de tout le rayon de la Terre que lorsqu'elle est à l'horizon ; le diamètre de la Lune va donc en croissant depuis que la Lune se lève jusqu'à sa plus grande élévation, & M. de la Lande donne les règles nécessaires pour déterminer la quantité de cette évaluation à chaque degré d'élévation de la Lune.

La proximité de la Lune à la Terre est assez grande pour que de deux Observateurs placés en deux endroits différens, l'un voie la Lune couvrir une partie du disque du Soleil ou une étoile, tandis que l'autre l'en verra encore éloignée ; il ne suffit donc pas d'avoir déterminé dans le ciel la route du Soleil & de la Lune, telle qu'elle seroit vue du centre de la Terre, il faut réduire la route de la Lune à la route apparente, en la corrigeant par la parallaxe, si on veut obtenir les phases d'une éclipse, telles que les voit un spectateur placé à la superficie du globe dans un point donné : c'étoit la méthode des Anciens ;

mais quoiqu'on lui préfère ordinairement l'ingénieuse manière de déterminer les phases par les projections , dont l'Astronomie est redevable au célèbre Jean - Dominique Cassini , cependant M. de la Lande a eu d'autant plus de raison d'en parler dans son Ouvrage , qu'elle avoit besoin d'une correction essentielle. Toutes les règles , données pour employer les parallaxes , supposoient la Terre sphérique , & quoiqu'elle ne s'écarte que peu de la sphéricité , cependant il est nécessaire d'y avoir égard ; & non-seulement M. de la Lande a donné les principes de la méthode , mais encore ceux sur lesquels est fondée la correction qu'exige la non-sphéricité de la Terre , & la manière de l'appliquer pour déterminer les phases des éclipses de Soleil , & de celles des étoiles fixes par la Lune ; il y ajoute celle de trouver , par le moyen de ces éclipses , la longitude des lieux où elles auront été observées & les erreurs des Tables de la Lune , en employant la méthode des parallaxes : nous disons en employant cette méthode , parce que feu M. Cassini avoit donné en 1705 (1) les moyens de

(1) *Voyez Histoire 1705.*

déterminer la même chose , en se servant des projections. Non-seulement on peut tirer ces résultats de l'observation des éclipses des fixes par la Lune , mais on peut encore les obtenir par la même voie , en observant exactement la distance à ces étoiles , lorsqu'elle s'en approche fort près sans les éclipses , & M. de la Lande enseigne à employer pour ces observations l'héliomètre de M. Bouguer , dont nous avons parlé en 1748 (1).

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des éclipses de Soleil , celles de Lune méritoient bien l'article séparé que M. de la Lande leur a donné dans son ouvrage. Il rapporte ce que M. le Gentil avoit dit en 1755 de l'inégalité du diamètre de l'ombre de la Terre , suivant la partie du globe qui porte son ombre sur la Lune , & dont nous avons rendu compte dans l'Histoire de la même année (2).

On emploie ordinairement , pour reconnoître les taches de la Lune , une figure ou carte lunaire où elles sont comprises & représentées telles qu'on les voit , avec une lunette à deux verres convexes : ces taches servent non-seu-

(1) Voyez *Histoire* 1748.

(2) *Idem.* 1755.

lement à multiplier les phases des éclipses , en observant leur entrée & leur sortie de l'ombre , mais encore des points auxquels on compare les Astres qui approchent de la Lune ou qui se plongent dessous ; mais pour ce dernier usage , il faut avoir égard à un mouvement de la Lune , qui fait qu'elle nous tourne tantôt un peu plus , tantôt un peu moins de sa partie invisible ; cette espèce de balancement se nomme *libration*. M. de la Lande en donne la cause & les règles ; mais comme ce sujet avoit été déjà traité en 1721 par M. Cassini , & que l'Académie en a rendu compte au Public dans son Histoire de la même année (1) , nous n'en ajouterons rien ici.

Il n'est personne qui ne connoisse , au moins de réputation , le fameux problème de l'observation des Longitudes en mer ; M. de la Lande en a fait un article de son Ouvrage , dans lequel il donne un abrégé des tentatives qui ont été faites pour le résoudre , & sur-tout de la manière de les trouver par les distances de la Lune aux étoiles ; mais quelque intéressante que soit cette matière ;

(1) Voyez *Histoire* 1721 , 52.

comme on la trouvera traitée à fond dans l'Histoire de 1759, d'après un Mémoire de M. l'abbé de la Caille, nous prions le Lecteur de vouloir bien y recourir.

Cet article est suivi d'une histoire abrégée des travaux & des découvertes de l'Académie sur la grandeur & sur la figure de la Terre. Cet objet si important pour l'Astronomie, la Géographie & la Navigation, est presque entièrement le fruit de ses soins & sera à jamais un monument à la gloire de la Nation françoise; la mieux méritée est certainement celle qui résulte des services rendus à l'humanité. M. de la Lande joint à la déterminaison de la figure de la Terre & de la grandeur du degré, celle de la longueur du pendule dans les différens endroits, & la vérification de la base & du degré observé en France, entre Paris & Amiens; la différence de position sur le globe n'est pas la seule cause qui puisse faire accélérer une pendule; le chaud & le froid font alonger ou raccourcir les métaux, & par conséquent la verge du pendule; il faut donc de temps en temps en changer la longueur, & M. de la Lande détermine que pour faire avancer une pendule à seconde d'une minute par jour, il faut raccourcir le

DES SCIENCES, 1762. 265
le pendule d'environ six centièmes de ligne.

Le dernier article de l'Ouvrage de M. de la Lande a pour objet la variation de l'aiguille aimantée : on fait que cette variation est différente, suivant les temps & suivant les lieux. M. de la Lande rend compte de ces variations & de la manière dont M. Albert Euler (fils du célèbre M. Euler , Membre de cette Académie) rend raison de la figure bizarre des lignes qui passent par les points d'égale déclinaison, telles qu'elles sont tracées dans la Carte de feu M. Halley , dont M. de la Lande donne aussi une idée avec la note des fautes qui peuvent s'y trouver. Il seroit difficile que la première tentative d'un travail de cette espèce en fût totalement exempte.

Cet article est, comme nous l'avons dit, le dernier du Volume, le reste ne contient plus que des Tables : la plus grande partie est occupée par les Tables du Soleil de feu M. l'abbé de la Caille ; elles sont suivies d'une grande quantité d'autres Tables, relatives pour la plupart aux différens objets dont nous venons de parler & qui tendent à diminuer ou à faciliter le calcul. M. de
Hist. 1762. Tome I. M.

la Lande a poussé si loin l'attention sur cet article , qu'il a donné à la fin de cet Ouvrage les nombres & les logarithmes les plus fréquemment usités dans le calcul : pour épargner à son lecteur la peine de les chercher , il y a joint la position des principaux endroits de Paris où l'on a observé. En un mot , on peut dire qu'il n'a rien oublié de ce qui pouvoit contribuer à remplir l'objet qu'il s'étoit proposé.

Cet Ouvrage ayant, suivant son intention , laissé plus de place dans le livre annuel de la Connoissance des mouvemens célestes , M. de la Lande en a profité pour placer dans la Connoissance des mouvemens célestes de 1764 , qui a paru dès cette année , plusieurs articles intéressans , tels qu'une nouvelle méthode pour calculer les Éclipses , avec des Tables très-commodes pour en abrégér les opérations ; des remarques sur les inégalités des satellites de Jupiter , avec des Tables détaillées de ces inégalités ; un avertissement sur la grande Éclipse du premier Avril ; le résultat des observations du passage de Vénus sur le Soleil ; des Remarques nouvelles sur la construction des thermomètres ; des Observations sur les effets

de l'attraction & sur le flux & le reflux de la mer ; les élémens de la Comète de 1762 , calculée par M. de la Lande sur ses propres observations ; une nouvelle Table pour trouver la distance de la Lune à *Regulus*, une autre pour trouver le passage de la Lune au méridien, & enfin une Table de logarithmes logistiques ou sexagésimaux , pour calculer sans aucune réduction les parties proportionnelles des degrés , heures , minutes & secondes ; & quoique cette dernière eût été déjà publiée plusieurs fois, c'est cependant un grand avantage d'en multiplier l'usage & de procurer aux Astronomes l'avantage de l'avoir toujours sous leur main. Plus on peut procurer de facilité au calcul , plus on procure en même temps d'avantages à l'Astronomie.

HYDRAULIQUE.

Sur la possibilité d'amener à Paris douze cents pouces d'eau.

RIEN n'est peut-être plus avantageux à une grande ville , que d'être pourvue dans ses différens quartiers d'une quantité

M 2

de bonne eau suffisante pour fournir non-seulement aux besoins journaliers des Citoyens , mais encore , s'il est possible , au nettoyage des rues , & par-dessus tout , aux incendies qui peuvent arriver , & dont les progrès ne sont ordinairement si rapides que parce qu'on n'a pas eu assez promptement de l'eau pour en arrêter les commencemens.

Les Romains en étoit si persuadés qu'ils n'épargnoient ni peines ni dépense pour procurer cet avantage aux villes de leur domination : nous avons en France au moins vingt-deux villes où l'on trouve encore des vestiges considérables des travaux immenses qu'ils avoient faits pour y amener des eaux , travaux qui sont encore aujourd'hui l'étonnement & l'admiration des Connoisseurs.

Quelque peu considérable que fût alors la ville de Paris , elle n'avoit pas échappé à leurs soins ; on voit encore derrière l'aqueduc d'Arcueil & dans quelques endroits de la plaine , même dans la cour de l'Observatoire , des vestiges du canal qui amenoit à Paris les eaux de Rungis ; & pour le dire en passant , ce canal n'est point formé par

des dales de pierres jointes ensemble , mais par un massif continu de petits cailloux joints par un ciment d'une dureté singulière.

Sans même aller chercher si loin des exemples , voyons ce qui s'est fait sous nos yeux , & , pour ainsi dire , de nos jours.

Pour amener à Paris environ soixante pouces d'eau que pouvoient alors produire les eaux de Rungis , Marie de Médicis a fait construire au commencement du dernier siècle un aqueduc voûté de trois lieues de long , soutenu à la vallée d'Arcueil par un pont immense , & qui égale certainement en beauté & en solidité les plus beaux ouvrages des Romains.

La ville de Montpellier vient de faire construire , sous la direction de M. Pitot , de cette Académie , un aqueduc de sept mille quatre cents toises de long , qui passe à travers un tertre de roc très-dur , qu'on a cependant percé & voûté par sous-œuvre , & dans lequel il se trouve plusieurs ponts-aqueducs , dont un à double rang d'arches les unes sur les autres. On a fait sous la direction du même Académicien , un ouvrage à peu près semblable à Carcassonne : plusieurs

villes du royaume travaillent à se procurer le même avantage ; n'y auroit-il donc que la Capitale du royaume , où le nombre des habitans & l'affluence des Étrangers rendent les besoins plus pressans & les accidens plus à craindre , qui en seroit privée ? Examinons ceci d'un peu plus près ; la quantité d'eau nécessaire à une ville est évaluée à un ponce d'eau par mille habitans ; ce calcul en donne environ à chaque personne vingt pintes par jour , pourvu qu'on ne la laisse pas perdre pendant la nuit ; cette quantité , un peu trop grande peut-être pour les simples Bourgeois & un peu trop petite pour les grandes Maisons , est en général suffisante ; mais il en faut encore réserver pour le nettoiemment des rues , pour leur arrosement en été ; & pour le cas des incendies où elle est absolument nécessaire.

Suivant ce calcul , Paris , dans lequel on suppose huit cents mille habitans , devroit avoir pour les besoins journaliers huit cents ponces d'eau , sans compter ce qui seroit nécessaire pour le nettoyage des rues & pour les cas d'incendie , & nous allons bientôt voir combien il s'en faut qu'il n'en ait cette quantité.

La pompe du pont Notre-Dame donne cent à cent vingt-cinq pouces d'eau , l'aqueduc d'Arcueil environ cinquante , la Samaritaine vingt-cinq à trente , les sources du pré Saint-Gervais douze à quinze , & Belleville dix ; en prenant donc tout au plus fort , on aura au total deux cents trente pouces d'eau , quantité bien différente de celle de huit cents pouces qui seroit nécessaire ; il faut même défalquer une quantité considérable des deux cents trente pouces dont nous venons de parler , les trois quarts de celle d'Arcueil appartiennent au Roi , de même que toute celle de la Samaritaine ; il est vrai qu'une grande partie est donnée à des maisons particulières , & qu'une autre partie est distribuée au Public à la croix du Trahoir , au Palais-royal , au Luxembourg & en quelques autres endroits , & on doit encore supprimer en entier les dix pouces de Belleville , qui n'étant pas de bonne qualité , ne servent qu'à laver l'égout du pont-au-choux ; ainsi , toute compensation faite , c'est beaucoup si Paris a cent quatre-vingts ou deux cents pouces d'eau effectifs.

Ce n'est pas encore tout , la pompe du pont Notre-Dame qui fournit plus

de la moitié de cette quantité peut manquer tout-à coup ; une inondation , une débacle peuvent entraîner en un instant toute la tour de charpente qui la supporte , & qui est en assez mauvais état ; un bateau de foin embrâsé peut y mettre le feu , & on n'a sûrement pas encore perdu l'idée de l'incendie arrivé de nos jours au Petit-pont , qui ne fut causé que parce qu'un bateau de foin embrâsé s'arrêta à des bois qui avoient été mis en 1627 sous ce pont pour en fortifier une arche ; s'il avoit pris son cours par l'autre bras de la rivière , il eût été indubitablement porté sous la pompe , & auroit causé un incendie d'autant plus dangereux , qu'il ne se feroit pas trouvé , comme au Petit-pont , l'énorme masse de pierre du petit Châtelet pour arrêter le feu ; d'ailleurs ces machines embarrassent la navigation , elles augmentent les inondations quand la rivière est très-forte , elles ne donnent qu'une quantité d'eau peu proportionnée aux besoins de Paris , sont sujettes à chômer par bien des circonstances , exigent des dépenses considérables pour leur entretien , & sont enfin exposées au feu & à bien des accidens qui peuvent les détruire en un instant.

Ce seroit donc rendre à la ville de Paris un service considérable, que de lui procurer les moyens d'amener à la même hauteur que l'eau d'Arcueil une quantité d'eau suffisante pour tous ses besoins ; & c'est précisément aussi ce que M. Deparcieux a voulu faire par le projet dont il a fait part à l'Académie, au moyen duquel il espère y conduire en tout temps au moins douze cents pouces d'eau courante & propre à tous les usages, & cette eau est celle de la rivière d'Yvette, prise à environ sept lieues de Paris.

Les différentes parties qu'on doit examiner dans un semblable projet, sont la quantité & la qualité de l'eau qu'on se propose de conduire, la possibilité de l'amener résultante des nivellemens & de la manière de vaincre les obstacles qui peuvent s'opposer à la conduite, enfin les frais nécessaires pour l'exécution.

Pour s'assurer de la quantité d'eau que peut donner cette rivière, M. Deparcieux a soigneusement examiné celle qui sortoit des vannes des moulins, & il a trouvé qu'il passoit à Vaugien, où il compte prendre l'Yvette, plus de mille pouces d'eau, & plus de deux cents au

M 5

ruisseau de Gif qu'il compte y joindre, le tout dans le temps des plus basses eaux ; mais quand on supposeroit que l'Yvette n'en donnât que huit cents pouces , & le ruisseau de Gif que cent quatre-vingts , on auroit encore près de mille pouces ; & M. Deparcieux estime à plus de deux cents pouces celle qui dérivera nécessairement dans les fouilles qu'il faudra faire pour le canal dans un terrain qui est effectivement rempli de sources. On aura donc de l'eau en assez grande abondance pour en donner à toutes les Maisons royales , quadrupler les fontaines publiques , en céder à bon marché aux maisons des Particuliers qui en voudront , & pour supprimer les pompes du pont Notre-Dame & de la Samaritaine.

Pour l'examen de la qualité de l'eau , M. Deparcieux a commencé par en boire lui-même , sans lui trouver d'autre mauvaise qualité que le goût de marais qu'ont toutes les petites rivières , & qu'on peut leur ôter aisément en les débarrassant de ce qui le leur donnoit , comme nous le verrons bientôt ; mais pour être plus sûr de la bonne qualité de cette eau , il a engagé M^{rs} Hellot & Macquer , de cette Académie , à la

soumettre aux épreuves chymiques, & il se trouve par le résultat de leur procès-verbal, que M. Deparcieux a fait imprimer à la fin de son Mémoire, 1°. que l'eau de l'Yvette ne contient aucunes substances sulfureuses, aucun acide ni alkali libres, aucunes parties ferrugineuses, cuivreuses ni métalliques de quelque espèce que ce soit; 2°. que cette eau ne contient aucune autre matière qu'un peu de sélénite, en même quantité qu'en contiennent les eaux de la Seine, & de toutes les autres rivières & sources qu'on emploie par-tout à tous les besoins de la vie; 3°. enfin que le goût de marais qu'on y observe y est accidentel & étranger, & qu'il se peut dissiper aisément par la chaleur, par le froid même, par la simple exposition à l'air, & qu'il y a tout lieu de présumer qu'en prenant les précautions indiquées par M. Deparcieux, on peut mettre cette eau au rang des eaux ordinaires de rivières très-saines & très-bonnes à boire.

Ce témoignage étoit certainement suffisant pour constater la bonté des eaux de l'Yvette; il s'est trouvé cependant des personnes assez prévenues pour soutenir que le goût de marais étoit

tellement inhérent à l'eau, qu'on ne pouvoit absolument l'en séparer. L'expérience étoit trop aisée à faire pour la négliger ; non - seulement elle a été répétée par M. Deparcieux, mais même M. le Prévôt des Marchands & M. de Sartine, Lieutenant de Police, ont voulu la faire eux-mêmes, & ils ont trouvé que cette eau, exposée simplement à l'air & au Soleil, perdoit absolument, au plus tard en cinq jours, tout le goût de marais qu'elle avoit.

En effet, les grandes rivières n'ont ordinairement peu ou point de ce goût ; elles ne sont cependant composées que des eaux de sources & de petites rivières qui y affluent, & qui en sont presque toutes fortement affectées : comment donc peut-on supposer que ce goût ne se perde point, puisque la seule circonstance de couler dans un plus grand lit le leur ôte si facilement ? Il ne faut pas même beaucoup de réflexion pour en démêler la cause ; les eaux des petites rivières sont arrêtées à chaque pas dans leur cours par des courbes, des racines, des digues, des éclusées de moulin qu'on ne vuide presque jamais, & par conséquent obligées de séjourner sur la vase, des bois, des feuilles pourries, dont

elles ne manquent pas de prendre le mauvais goût ; les trous où l'on met rouir le chanvre, les prés qu'elles couvrent dans leurs inondations, peuvent encore communiquer une saveur désagréable ; mais quand ces mêmes eaux font une fois parvenues dans une rivière navigable, alors tous ces inconvéniens cessent ; elle coulent avec vitesse, sans obstacle, sur un lit exempt de matières étrangères ; ce mouvement & l'exposition à l'air & au Soleil, leur auront donc bientôt enlevé ce goût qu'elles avoient contracté par toutes les circonstances dont nous venons de parler. Celles de l'Yvette auxquelles le goût de marais n'est pas plus adhérent, le perdront donc sûrement dès qu'elles couleront dans un lit exempt de tout ce qui pourra le leur communiquer ; & cela d'autant plus aisément qu'on aura attention de nettoyer le canal de temps en temps. Au moyen de toutes ces précautions, on peut assurer que ces eaux seront bonnes, saines & certainement de meilleure qualité que celle de la Seine, qui, dans l'endroit où la puisent les pompes & ceux où les porteurs d'eau la prennent, est chargée de l'égout de l'Hôpital général, de ceux qu'y amène

la rivière des Gobelins , & d'une infinité d'autres égouts de Paris. M. Deparcieux invite tous ceux qui s'intéressent au bien public à en faire eux-mêmes l'expérience , pour se convaincre que l'eau de l'Yvette perd en peu de jours son goût de marais & devient une des meilleures eaux qu'on puisse boire.

Le troisième article à examiner est celui de la possibilité de la conduite , & celui-ci a deux chefs ; il faut que l'eau de l'Yvette , dans l'endroit où on la prendra , soit assez haute pour qu'on puisse lui ménager la pente nécessaire pour la faire arriver à l'endroit de Paris où l'on se propose de la conduire , & qu'il ne se trouve en chemin aucun obstacle insurmontable. M. Deparcieux s'est assuré du premier , 1°. en mesurant avec exactitude la chute des moulins qui se trouvent sur l'Yvette jusqu'à sa jonction avec la Seine , la pente de cette rivière depuis Juvisi jusqu'au pont de l'Hôtel-Dieu , & ensuite la hauteur du sol de la rue Saint-Hyacinthe , où il se propose d'établir le point d'arrivée , au-dessus du niveau de la rivière ; il résulte de cet examen , dont M. Deparcieux donne tout le détail , que l'eau de l'Yvette , prise à Vaugien , est plus haute

de seize pieds que l'arrivée de l'eau d'Arcueil à Paris : à cette différence , on doit ajouter la pente qui la fait couler de moulin en moulin. M. Deparcieux s'est assuré de cette pente , en examinant la vitesse de l'eau dans les différens endroits ; & comme l'Yvette coule actuellement par un chemin très-tortueux , très-embarrassé , & d'environ trente mille toises de long , il est évident qu'elle coulera avec une vitesse presque double , quand le chemin qu'elle aura à faire n'aura plus que dix-sept à dix-huit mille toises , & qu'il sera débarrassé de tout obstacle , & considérablement redressé. On auroit donc , absolument parlant , assez de la pente de moulin en moulin pour la conduire ; & les seize pieds de hauteur absolue que nous avons trouvés ci-dessus , sont en bénéfice & rendent seulement l'opération plus sûre & plus facile.

La conduite de ces eaux ne présente pas de plus grandes difficultés. M. Deparcieux se propose de conduire les eaux depuis Vaugien jusqu'à la montagne qui sépare Palaiseau & Massi , dans un canal ouvert , maçonné aux deux côtés & au fond ; l'eau , avant que d'y entrer , passera dans un espace aussi maçonné

mais un peu plus creux que le reste du lit de la rivière, où elle déposera une partie des matières étrangères qu'elle peut contenir & qu'on enlevera de temps en temps ; elle passera ensuite dans le canal , en traversant un espace rempli de sable & de cailloux , où elle achèvera de se nettoyer , & le canal sera défendu des eaux pluviales , des bestiaux & même des hommes , par des fossés qui l'accompagneront dans toute sa longueur , & par des haies d'épines qu'on aura soin d'entretenir ; on aura soin de même d'en détourner tous les égouts des lieux proche desquels on passera. Cette première partie n'offre d'autres difficultés à vaincre que quelques blocs de grès assez gros , qu'il faudra casser , mais qui fourniront aussi une bonne partie des matériaux nécessaires. L'eau arrivée au pied de la montagne , continuera sa route dans un aqueduc voûté , qui percera la montagne à environ cinquante pieds de profondeur & qui , selon les circonstances , se fera à tranchée ouverte ou par sous-œuvre. Ceux qui ne connoissent pas cette sorte de travail , seront effrayés de la proposition de percer un canal à travers une montagne à plus de cinquante pieds au-

deffous de son sommet, & dans la longueur de cinq à fix cents toifes : mais on les prie de vouloir bien confidérer que les ouvrages de cette efpèce ne font pas fi rares qu'on pourroit fe l'imaginer : le Canal Royal traverse la montagne de Malpas par une voûte d'une hauteur & d'une grandeur prodigieufe , faite par sous-œuvre. La montagne de Sataury près Versailles , est percée de deux aqueducs semblables à celui que propose M. Deparcieux , & qui pris ensemble , font presque trois fois la longueur de celui-ci , & tous les environs de Versailles sont remplis de semblables travaux faits par sous-œuvre ou à tranchée ouverte.

Au sortir de l'aqueduc voûté , les eaux se rendront dans un canal découvert , qui , après avoir passé au bas de Massi , suivra la côte droite de la Bièvre & viendra croiser le grand chemin d'Orléans un peu au deffous de celui de Massi : la gorge de Frêne feroit là un obstacle à la continuation de son cours , on y remédiera par un pont aqueduc semblable à celui d'Arcueil , qui n'aura guère qu'une quarantaine de pieds d'élévation. Le canal continuera le long de la côte , côtoyant l'ancien aqueduc voûté qui vient de Rungis : il traversera en-

suite le pont-aqueduc d'Arcueil , quelques pied au-dessus de sa rigole ; au moyen d'une nape de plomb qui conduira l'eau dans un nouveau pont-aqueduc , accolé à la partie septentrionale de l'ancien , & au sortir de ce pont-aqueduc , l'eau entrera dans un aqueduc voûté & souterrain , qui accompagnera l'ancien jusqu'à son arrivée à Paris , tant pour suivre la route qui a été trouvée la plus convenable pour la conduite de l'eau , que parce que tout ce qui avoisine l'ancien aqueduc n'a pas été fouillé par les Carriers , au lieu que le reste de la plaine l'a été.

En arrivant à Paris , le nouvel aqueduc passera entre le grand chemin & le château d'eau , traversant le jardin des Dames de Port-Royal jusqu'à la rue de la Bourbe , où les eaux commenceront à entrer dans une conduite de tuyaux d'un très-grand diamètre , qui passeront à découvert par les jardins des Carmelites , de Saint-Magloire & de quelques autres maisons , pour venir aboutir vers le milieu de la rue Saint - Hyacinthe , où se fera la première distribution dans les différens quartiers de Paris , & d'où le trop plein , quand il y en aura , pourra s'écouler à la rivière par la rue de la Harpe.

Dans toute la partie découverte du canal , on ménagera , de mille en mille toises , ce que M. Deparcieux nomme des *repos* , c'est-à-dire des endroits où le canal aura plus de profondeur : ces repos recevront la plus grande partie des matières hétérogènes que l'eau pourroit entraîner ; ils seront garnis de vanes & de soupapes pour faire écouler l'eau en cas de besoin : & quand il sera question de nettoyer la partie du canal qui précédera un repos & ce repos même , on abaissera au haut de cette partie une vanne , qui ne laissera couler d'eau que ce qu'il en faudra pour favoriser le nettoyage. En nettoyant à des jours différens les diverses parties du canal , & faisant cette opération un peu promptement , on ne s'appcevra presque d'aucune diminution d'eau.

La manière dont M. Deparcieux propose de construire la maçonnerie de l'aqueduc voûté qui doit conduire les eaux , tant sous la montagne de Palaiseau que depuis Arcueil jusqu'à la rue de la Bourbe , mérite bien d'être décrite. On fait ordinairement ces aqueducs en galerie , ayant deux pieds-droits surmontés d'une voûte , & l'eau passe dans une rigole pratiquée au fond , mais il arrive

souvent que la poussée des terres enfonce les pieds droits & occasionne des réparations incommodes & dispendieuses : pour remédier à cet inconvénient , M. Deparcieux fait son aqueduc en forme d'un long tuyau elliptique , de la coupe duquel le grand axe est vertical : la moitié inférieure , destinée à servir de canal , est supportée par un massif de maçonnerie & revêtue de grès ou de pierre taillée en coupe ; c'est une voûte renversée : la moitié supérieure est simplement voûtée en molière avec des arcs de pierres ou de grès de distance en distance. Par ce moyen, toutes les pierres étant buttées les unes contre les autres , la poussée des terres ne pourra avoir d'autres effets que de les serrer ; tout au moins cette construction résistera-t-elle beaucoup plus que la bâtisse ordinaire.

On juge bien que M. Deparcieux n'a pas oublié de placer dans les endroits convenables des déversoirs ou vannes pour faire écouler les eaux lorsque quelques réparations obligeront de mettre une partie du canal à sec : sans cette précaution , les réparations deviendroient presque impraticables : les mêmes déversoirs débarasserront aussi de l'eau

superflue qui pourroit surcharger le canal dans les temps des crûes d'eau. On n'avoit pas été jusqu'ici assez heureux pour avoir cet inconvénient à craindre.

Comme une des principales causes du mauvais goût des eaux, est le séjour des feuilles qui après avoir flotté quelque temps sur l'eau, s'y enfoncent & s'y pourrissent, M. Deparcieux place, d'espace en espace, des barres armées de longues dents de fer qui traversent le canal & dont les dents entrent dans l'eau & arrêtent tout ce qui peut y flotter, que des gens préposés pour cela auront soin d'enlever journellement.

Un grand inconvénient pour le canal, seroit que les eaux pluviales y découlassent des terres voisines, elles altéreroient nécessairement la pureté de l'eau par la vase & les autres matières qu'elles y entraîneroient ; mais les fossés pratiqués le long du canal recevront ces eaux étrangères & les feront écouler.

M. Deparcieux pense cependant qu'on pourroit, en cas de besoin, en profiter en les retenant dans des étangs pratiqués exprès, d'où on les feroit entrer dans le canal lorsqu'une longue sécheresse feroit craindre de n'avoir pas une quantité d'eau suffisante,

Il ne nous reste plus à parler que de l'article de la dépense, & il faut avouer que ce n'est pas le moins important pour la réussite du projet. On imaginera aisément qu'une entreprise de cette nature en exige une considérable, mais il faut aussi en peser les avantages & voir si ces derniers doivent l'emporter sur la dépense : peut-être même se la figure-t-on plus considérable qu'elle ne l'est réellement ; nous ne pouvons en donner ici qu'une idée assez vague, essayons cependant de voir où elle pourroit aller.

M. Trudaine, Conseiller d'État, Intendant des finances & Membre de cette Académie, touché de l'utilité dont le projet de M. Deparcieux pouvoit être, a fait calculer en gros par une personne très-capable ce qu'il en pourroit coûter pour l'exécution de ce projet, & il s'est trouvé qu'en y comprenant les achats de terrain, l'indemnité des moulins, les constructions de toute espèce, &c. l'eau de l'Yvette prise à Vaugien pourroit être rendue au haut de la rue Saint-Hyacinthe avec une dépense de cinq à six millions tout au plus.

Ce calcul est confirmé par un autre que rapporte M. Deparcieux : M. Gabriel, premier Architecte du Roi, lui a

communiqué les devis & les marchés des ouvrages de ce genre, qui furent faits il y a environ vingt-quatre ans sous ses ordres, pour porter les égouts de Versailles au-delà du petit parc vers Gally, où ils sont reçus dans un grand bassin maçonné tout autour & dans le fond : ces deux aqueducs ont été faits à tranchée ouverte, & il y a des endroits où il a fallu fouiller plus de quarante-cinq pieds de profondeur ; ils sont voûtés, revêtus de maçonnerie avec des chaînes de pierre de taille & pavés en pierre dure, & ont des regards de quarante en quarante toises, avec plusieurs autres ouvrages & dédommagemens qu'ils ont occasionnés : ces deux aqueducs, qu'on peut évaluer ensemble à cinq mille toises, ont coûté environ un million trente mille livres. Or, ces cinq mille toises d'aqueduc font à peu près le quart de la conduite à faire pour amener à Paris les eaux de l'Yvette, car si d'une part la plus grande partie de cette dernière conduite est à canal découvert ; d'un autre côté les aqueducs de Versailles, dont nous venons de parler, n'exigeoient pas deux ponts-aqueducs comme les demande la conduite de l'Yvette.

107

On peut donc , tout compensé , regarder l'évaluation de cinq à six millions comme bien faite , mais il faut observer quel avantage en reviendrait à la ville de Paris : rien n'est peut-être plus nécessaire à une grande ville , après la construction des ponts , que de lui procurer dans tous ses quartiers une quantité d'eau suffisante , non seulement pour les usages domestiques , mais encore pour entretenir la propreté des rues & pour porter des prompts secours en cas d'incendie. M. Deparcieux , aux lumières duquel on peut certainement s'en rapporter en cette partie , s'est assuré , par un scrupuleux examen , que la rivière d'Yvette étoit la seule dans les environs de Paris qui pût fournir une suffisante quantité de bonne eau susceptible d'arriver à la hauteur nécessaire pour être distribuée dans les différens quartiers de Paris. La dépense proposée ne doit nullement effrayer , Paris ne feroit que ce qu'ont fait plusieurs villes du Royaume : la ville de Montpellier , qui ne contient guère que la vingtième partie des habitans de la Capitale , vient de se procurer de l'eau par le moyen d'un ouvrage qui est environ le tiers ou le quart de celui que propose M. Deparcieux , & qui

qui ne donne que la vingtième partie de l'eau qui viendrait à Paris ; y auroit-il donc quelque inconvénient à faire un ouvrage , triple à la vérité ou quadruple , mais qui donneroit vingt fois autant d'eau pour le service de vingt fois plus d'habitans ?

Il y a plus , la dépense de ce projet est d'une espèce singulière , la Ville n'en feroit presque que les avances ; elle en feroit abondamment remboursée par la cession qu'elle pourroit faire d'une partie de cette eau aux particuliers à un prix qui pourroit n'être que la moitié de ce qu'elle a toujours exigé tant qu'elle a eu de l'eau à céder. Combien le nombre de Concessionnaires ne se multiplieroit-il pas , & quel avantage ne feroit-ce pas pour chaque particulier que de se procurer chez lui une fontaine abondante d'une eau pure & saine ! mais quand on ne compteroit pas sur cette ressource , on ne devroit pas pour cela hésiter sur l'exécution d'un projet aussi utile , & dont la dépense procureroit pendant le temps de la construction une occupation utile à tant de Citoyens ; mais ce que nous ne devons pas oublier de remarquer , c'est la manière dont M. Deparcieux a proposé ce projet : tout son

Hist. 1762. Tome I.

N

discours n'est que l'expression de son cœur, & on y reconnoît par-tout ses talens & le zèle désintéressé qui les anime.

DIOPTRIQUE.

Sur les moyens de perfectionner les lunettes d'approche.

L'ACADÉMIE a rendu compte au Public dans son Histoire de 1756 (1) & dans celle de 1757 (2), du travail entrepris par M. Clairaut, pour perfectionner la théorie des objectifs composés. Voici une nouvelle suite de ce travail.

Dans les deux Mémoires précédens, M. Clairaut n'avoit considéré que ceux des rayons incidens qui se trouvoient dans un plan, passant par le point radiant & l'axe optique de la lunette ; mais pour peu qu'on y fasse réflexion, on verra que cette condition n'admet que la moindre partie des rayons & en excepte un bien plus grand nombre ; chaque point radiant forme le sommet d'un cône de rayons, qui a la surface du

(1) Voyez Histoire 1756.

(2) Idem. 1757.

verre pour base, & il est aisé de démontrer que les rayons qui se trouvent dans le plan passant par l'axe de ce cône & celui de la lunette, sont les seuls qui se trouvent dans la condition requise, & que tous les autres, dont le nombre est infiniment plus grand, s'en trouvent exclus. •

Si donc on veut examiner le degré de distinction que peut obtenir un objet vu dans une partie quelconque du champ de la lunette ; il faut de nécessité soumettre au calcul tous les rayons qui doivent nécessairement éprouver des réfractions bien plus irrégulières que les autres : le problème est nécessaire à résoudre avant que de déterminer les formes les plus avantageuses qu'on peut donner aux lentilles ; ce sont aussi les deux objets du troisième Mémoire de M. Clairaut, duquel nous allons essayer de présenter l'esprit & la méthode.

Le premier pas de M. Clairaut est de rappeler à son Lecteur un Problème, dont il avoit donné la solution dans son premier Mémoire, & il rapporte ici la formule qui en résulte, qui donne la manière de trouver les rayons rompus par une surface sphérique quelconque, lorsque les rayons incidens sont tous

dans un même plan qui passe par l'axe de la sphère. La formule que M. Clairaut donne dans ce Mémoire, contient quelque changement dans l'expression des quantités qui entroient dans la première ; mais ce ne sont que des changemens d'expression qui devenoient nécessaires pour rendre cette formule susceptible du nouveau calcul dont il est ici question. Cette opération préliminaire étant finie , M. Clairaut en vient au but principal , qu'il s'est proposé dans ce Mémoire ; il recherche d'abord quelle doit être la route d'un rayon incident qu'on ne suppose plus dans l'axe , comme dans la formule dont nous venons de parler ; mais sur une droite qui fait un petit angle avec cet axe. Il est aisé de voir que ce rayon , après sa réfraction , ira rencontrer dans un certain endroit un plan qui passe par le point de tendance des rayons incidens , pris hors de l'axe & par ce même axe ; c'est exactement le cas où sont ceux des rayons des pincesaux optiques qui se trouvent dans le plan passant par le point radiant & par l'axe du verre , M. Clairaut parvient à déterminer ce point.

Jusque-là nous n'avons supposé au verre qu'une surface réfringente , & il

en a nécessairement deux. M. Clairaut examine la nouvelle direction que cette seconde surface donne au rayon & détermine le point de rencontre de ce rayon du plan dont nous avons parlé. En supposant donc la loi de réfraction connue, on aura, au moyen des formules, la distance focale d'une lentille pour tous les rayons principaux.

Si on suppose présentement que le rayon proposé traverse plusieurs lentilles très-voisines les unes des autres & de réfrangibilité différente, il est question de voir ce que deviendra le rayon, car M. Clairaut le suit pas à pas & conduit toujours son lecteur du simple au composé. Il est bien sûr que les formules qui exprimoient sa route dans les premières suppositions ne l'exprimeront plus dans celle-ci, & qu'il faudra y introduire de nouveaux termes, dans lesquels entrera nécessairement la loi de réfraction de chaque lentille, en supposant seulement qu'il y en ait deux. M. Clairaut détermine la route du rayon dans cette supposition, qui, comme on peut voir, commence à se rapprocher de la réalité, & trouve la distance focale des rayons, après les quatre réfractions qu'ils ont éprouvées, en traversant les surfaces des deux lentilles. N 3

Dans tout ce que nous avons dit jusqu'ici, nous avons toujours supposé le point d'où partoient les rayons incidens à une distance finie, & cette distance forme nécessairement un terme du calcul ; qui dans bien des occasions affecte tous les autres. L'ordre général de la solution a exigé cette supposition ; elle eût peut-être été moins simple & moins lumineuse sans cette espèce de complication : il est cependant vrai que les rayons des objets éloignés viennent à nous comme si la distance étoit infinie, & physiquement parallèles entre eux & à l'axe. Il est donc nécessaire de faire évanouir des formules les quantités qui exprimoient leurs angles, & cette réduction les simplifie considérablement. En supposant un objectif composé, comme nous l'avons fait ci-dessus, on a eu en vue de détruire ces aberrations, & c'étoit en effet l'objet essentiel : M. Clairaut examine donc jusqu'à quel point elles ont été détruites ou plutôt diminuées, car nous verrons bientôt que leur destruction absolue est impossible. Les calculs précédens, qui l'ont mis à portée de connoître la route des rayons après leur réfraction, l'ont aussi mis à portée de voir de combien ils

s'écartent les uns des autres : il seroit assez naturel de penser que cet écartement devant être égal dans les rayons qui éprouvent une même réfraction , il en devroit résulter une couronne d'aberration très-uniforme , on se tromperoit cependant si on le croyoit : l'assemblage de ces rayons dispersés par l'aberration , produit sur le plan qui reçoit l'image , deux ordres différens de courbes , les unes assez semblables à des ellipses , & les autres qui ont des points d'inflexion & de rebroussement , & des noeuds. Il est donc très-difficile de déterminer l'espace qu'elles remplissent , c'étoit cependant le principal objet de M. Clairaut & duquel dépendoit le succès de ses recherches : il falloit attaquer non-seulement les aberrations des rayons qui se trouvent dans les plans passans par l'axe , mais encore celles de tous les autres rayons qui n'y passent pas , puisque c'est la somme de toutes ces aberrations partiales qui forme l'aberration totale & la confusion de l'image. M. Clairaut examine tous ces objets séparément ; il trouve par son calcul l'espace que l'image d'un point proposé occupe au foyer de l'objectif , au moyen de l'assemblage des courbes d'aberration

produites par les circonferences des surfaces de l'objectif, & il parvient enfin à une formule qui exprime ces aberrations relativement à la courbure des surfaces de l'objectif, ou, ce qui revient au même, relativement à la longueur de leurs rayons & des ouvertures qu'on peut leur donner, & cette formule est comme la clef de la méthode de M. Clairaut. Nous allons essayer de faire voir comment il s'en sert.

Puisque les lentilles & les ménisques qui doivent composer les objectifs sont taillés tous en portion de sphère, on ne peut y introduire d'autre variation que celle qui dépend du plus ou moins grand rayon & de la plus ou moins grande ouverture. C'est donc uniquement dans la proportion de ces rayons qu'il faut chercher la figure des verres la plus avantageuse : pour cela il n'y a qu'à faire varier les quantités exprimées jusqu'à ce qu'on ait trouvé une proportion qui rende le terme qui exprime l'aberration un *minimum* ; nous disons un *minimum*, parce qu'il n'est pas possible de le réduire absolument à zéro. La réduction de ce terme dépend de l'évanouissement de deux quantités qui ne peuvent se détruire à la fois ; mais on

peut s'assurer qu'en suivant la méthode de M. Clairaut, l'aberration sera réduite à si peu de chose, qu'elle permettra de pousser loin la perfection des lunettes.

Quelque curieuse que soit par elle-même toute la théorie de M. Clairaut, il falloit, pour lui donner tout le mérite dont elle est susceptible, qu'il en fit l'application à la pratique, & c'est aussi un des principaux articles de son Mémoire. En substituant dans la formule les nombres qui expriment le rapport du pouvoir réfringent des deux espèces de verres dont il compose l'objectif, à la place des termes qui expriment ce rapport, il parvient à déterminer le rapport qui doit être entre les rayons de leurs convexités dans les trois différentes constructions dont il avoit parlé dans son second Mémoire; car il ne faut pas s'imaginer que la disposition des verres qui composent ces objectifs soit indifférente: si on met devant, celui qui a la moindre réfraction, on aura une certaine valeur pour les rayons des quatre convexités, & cette valeur ne sera plus la même si on met au-devant le verre qui a la plus grande réfraction.

Dans le premier cas de la première construction, où la lentille de verre est

N 5

placée au dehors, elle étoit convexe des deux côtés, mais d'une convexité très-inégale, la seconde surface étant cinq fois plus courbe que la première, & la lentille de cristal qui lui étoit appliquée étoit taillée dans la proportion nécessaire pour détruire les aberrations : dans cette supposition, l'objectif composé ne devoit avoir aucune aberration dans l'axe & assez peu dans les rayons obliques. On peut donc se servir de cette espèce d'objectif.

Dans le second cas, la lentille de cristal, placée en dedans de la lunette, étoit un ménisque cinq fois plus courbe du côté concave que du côté convexe, & la forme de la première lentille étoit celle qui, dans cette disposition, doit détruire l'aberration dans l'axe : cet objectif est encore préférable au précédent ; & en effet, M. Antheaume, très-connu du Public savant, tant par sa belle Dissertation sur l'Aimant, qui a été couronnée à Pétersbourg, que par son goût & ses talens pour l'Optique, a construit, suivant ce système, une lunette de sept pieds, qu'il a pris la peine d'exécuter lui-même ; elle s'est trouvée excellente & équivalente à des lunettes ordinaires de trente ou trente-cinq pieds.

Dans le troisieme cas , la lentille de cristal , toujours placée au dedans de la lunette , étoit plan-concave , & la lentille de verre construite comme le demandoit l'aberration des rayons , ce qui produit encore un objectif très-bon , quoiqu'un peu inférieur aux deux dont nous venons de parler.

En examinant avec soin toutes ces constructions , on s'appercevra aisément que le point de perfection consiste , en cette matière , à rendre l'aberration nulle dans l'axe & la plus petite qu'il est possible dans toutes les autres directions ; c'est le *minimum* dont nous avons parlé ei-dessus. Or , en supposant une lentille de verre commun placée au dehors & accolée à une lentille de cristal , on peut obtenir cette propriété par deux différentes proportions des surfaces des verres , mais il n'y en a qu'une qui puisse être mise en usage ; dans la seconde , la courbure devient trop grande par rapport aux ouvertures & ne permettroit pas de négliger , sans inconvénient , certains termes dont l'omission rendroit le calcul fautif ; s'il y avoit quelque légère erreur dans la détermination de la force réfringente , cette grande courbure la rendroit bien plus sensible & plus

dangereuse ; enfin le travail de l'Artiste demanderoit une précision qu'on ne pourroit guère se flatter d'obtenir.

Heureusement la première construction n'a aucun de ces défauts. M. de l'Étang , qui , par son habileté dans la pratique , avoit déjà concouru par son adresse aux travaux de M. Clairaut & aux premiers succès de la théorie , a pris la peine de construire , sur ces principes , une lunette dont l'objectif a vingt-sept pouces trois lignes de foyer , & cette lunette s'est trouvée excellente. Les rayons de la lentille de verre commun sont dix-sept pouces quatre lignes & cinq pouces quatre lignes , & ceux du ménisque de cristal qui lui est accolé , sont cinq pouces cinq lignes & quatre pieds.

Si la lentille de cristal est placée en dehors & celle de verre au-dedans de la lunette , la proportion n'est plus la même entre les rayons des surfaces qui doivent terminer les lentilles , & l'application des formules s'y doit faire d'une autre manière. M. Clairaut les applique à la construction des deux objectifs , dont il avoit déjà parlé dans son second Mémoire : cet objectif est composé d'un ménisque de cristal dont la surface concave , qui est l'intérieure , est cinq fois

plus courbe que l'extérieure, & d'une lentille bi-convexe de verre ordinaire, dont les surfaces sont dans le même rapport que celle du ménisque : cette construction est plus facile qu'aucune des précédentes, qui exigent quatre bassins ; elle est pourrant un peu inférieure à celle dont nous venons de parler ; mais cette légère nuance d'infériorité n'a pas empêché que M. de l'Étang & M. Georges ne l'aient employée avec un très-grand succès.

Les mêmes principes appliqués à un objectif, dans lequel la première & la troisième surfaces seroient planes, font voir que cette construction le rendroit très-incommode, parce qu'il n'y auroit que de très-petits objets, placés au centre de la lunette, qui pussent y paroître distincts.

De tout ceci, il résulte nécessairement qu'en cherchant le *minimum* de l'aberration oblique, en supposant toujours deux verres accolés, le premier de cristal & le second de verre ordinaire, on ne trouvera que deux constructions, dont la seconde doit évidemment être abandonnée, à cause de l'énorme courbure qu'elle donne aux surfaces des verres, qui rendroit trop sensibles, &

les petites négligences faites à dessein dans le calcul pour le simplifier, & celles que l'Artiste ne peut souvent s'empêcher de commettre dans l'exécution.

La première seroit d'une exécution très-difficile, parce qu'une des surfaces a un rayon d'une grandeur excessive, & devient par là-même très-difficile à travailler; mais M. Clairaut fait disparaître cette difficulté, il trouve qu'en faisant cette dernière surface plane, & rendant par conséquent la lentille de verre plan-convexe, on peut conserver à l'objectif tous ses avantages, en ôtant toute la difficulté de l'exécution.

Nous ne dirons rien ici de l'examen que fait M. Clairaut de la construction d'un objectif composé, qui détruiroit dans l'axe les aberrations de toutes couleurs, parce que cet examen lui a fait voir qu'un objectif de cette espèce seroit, malgré cet avantage, un des plus défectueux qu'on pût employer. S'il est des cas heureux où l'Art peut vaincre la Nature, il en est encore plus où elle seroit acheter la perfection désirée par trop de défauts.

Le dernier article du Mémoire de M. Clairaut est l'examen des objectifs composés de trois verres. On peut à

la lettre, déduire des formules précédentes, par le seul esprit d'induction, celles nécessaires à cet article, mais M. Clairaut a voulu en épargner la peine à son Lecteur. Il commence donc par donner l'expression générale des aberrations produites par trois lentilles accolées, lorsque la première & la troisième sont de même matière réfringente; cette expression générale est susceptible de deux modifications, la première qui se tire de la nature des matières réfringentes, & de l'ordre dans lequel elles sont rangées, & la seconde du rapport qu'elles doivent avoir entre elles pour détruire les couleurs; on voit bien que ce dernier article dépend absolument de la proportion qui se trouve entre les pouvoirs réfractifs des différentes matières qu'on emploie: M. Clairaut a fait entrer dans son calcul le verre commun & le cristal d'Angleterre, & c'est sur ce principe qu'il construit enfin sa formule générale, dont il fait ensuite l'application aux différentes espèces d'objectifs composés de trois verres.

La première construction de cette espèce suppose l'objectif formé d'une lentille bi-convexe isocèle de verre commun, qui est l'extérieure d'un verre

bi-concave isocèle de cristal , dont les concavités soient exactement de même rayon que les convexités de la première, & enfin d'une lentille de verre commun dont la première surface appliquée contre le verre bi-concave de cristal , ait encore le même rayon : cette combinaison produit un des meilleurs objectifs qu'on puisse construire pour la diminution de l'aberration ; aussi a-t-elle eu beaucoup de succès entre les mains de M. de l'Étang , même pour des lunettes de deux ou trois pieds.

On aura encore un autre système de construction , si on suppose les quatre surfaces internes , c'est-à-dire une de chaque lentille & les deux du verre de cristal bi-concave , toutes du même rayon sous-double de celui des surfaces externes des deux lentilles : on aura encore par ce moyen un assez bon objectif ; mais comme les aberrations y sont un peu plus grandes , il sera inférieur au précédent , & c'est précisément ce qui est arrivé lorsque M. de l'Étang a voulu en construire un de cette espèce ; il s'est trouvé un peu moins bon que celui dont nous avons parlé dans l'article précédent. On n'est jamais si sûr de la bonté de la théorie que lorsqu'on

la voit se soutenir constamment dans la pratique.

Si l'on suppose que les deux lentilles soient pareilles & symétriquement placées, par rapport au verre bi-concave de cristal, qui doit être au milieu, & qu'on suppose par conséquent isocèle, il naîtra de cette supposition des formules générales un peu différentes des précédentes ; ces formules offrent une singularité bien surprenante, elles font voir qu'une partie de l'aberration oblique devient indestructible, quelque figure qu'on donne aux verres, & que cette partie de l'aberration reste à peu près la même qu'elle seroit dans un simple objectif à l'ordinaire.

En appliquant cette formule au cas où l'on supposeroit les deux lentilles extérieures plan-convexes, le côté plan en dehors, on réduit la partie de l'aberration, qui n'est pas inaltérable, à n'être que la moitié & même un peu moins de celle que donneroient les lentilles, si elles étoient isocèles.

Il y a cependant une forme à donner à ces lentilles, qui pourroit anéantir toute la partie destructible de l'aberration, cette forme n'a pas échappé au calcul de M. Clairaut, & c'est par-là

qu'il termine son Mémoire : son calcul lui donne exactement les rayons des convexités des deux lentilles & ceux des concavités du verre de cristal bi-concave ou isocèle qui doit être au milieu.

Telle est en abrégé la théorie de M. Clairaut sur cette importante matière. Indépendamment de la clarté qu'elle y a répandue, on a dû s'appercevoir qu'elle menoit à différens moyens de parvenir au but que l'on s'étoit proposé : cette multiplicité de moyens ne peut qu'être infiniment avantageuse. On sera à portée de choisir, avec connoissance de cause, ceux que la facilité du travail ou la précision de leurs effets devront faire préférer, suivant les différentes circonstances & les différens usages auxquels on destinera les lunettes. Il est toujours bien certain que sans cette théorie, l'Art dénué de principes, auroit été bien long-temps à parvenir, à force de tentative, où il se trouve porté tout d'un coup : peut-être même n'y feroit-il jamais arrivé. Une matière aussi compliquée ne peut guère être amenée à sa perfection par hasard, elle en exigeroit trop & de trop singuliers, pour qu'on puisse espérer qu'ils se présentent, & M. Clairaut aura toujours l'honneur

DES SCIENCES , 1762. 307
d'avoir extrêmement contribué à la
perfection d'une découverte infiniment
utile , & qui fera à jamais une époque
dans l'histoire de la Dioptrique.

ACOUSTIQUE.

Sur les tuyaux d'Orgue.

ON est souvent étonné de ne l'avoir pas été : l'habitude de voir certains objets fait presque toujours disparaître ce qu'ils offrent de singulier ; un sifflet , une flûte , un tuyau d'orgue sont entre les mains de tout le monde : on fait même assez précisément la manière dont ils doivent être construits pour rendre tel ou tel ton ; mais quelle est la cause du ton qu'ils produisent , & comment le son se modifie-t-il dans l'intérieur du tuyau pour produire les différens tons qu'on en exige ? c'est ce que la plupart de ceux même qui sont instruits de cette partie de l'Acoustique , ignorent absolument ou ne savent que très-imparfaitement.

Rien cependant n'est plus surprenant pour qui voudra y faire attention ; quel rapport entre un courant d'air divisé par le tranchant d'un biseau & le son

qu'il nous fait entendre, & pourquoi un tuyau plus ou moins long, ouvert ou bouché, cylindrique ou conique, donne-t-il à ce son une intensité & des tons différens ? Cette singularité a piqué la curiosité de M. Daniel Bérnoulli, il a porté sur cet objet des regards attentifs ; & après un long examen, il est parvenu à déterminer les règles auxquelles ces phénomènes sont assujettis & les loix mécaniques suivant lesquelles chaque tranche infiniment petite de l'air contenu dans un tuyau fait les allées & les venues, qui par leurs vibrations produisent le son.

Tous les Physiciens sont d'accord que le son est produit par les vibrations de l'air ; une corde tendue & pincée offre à l'œil ces vibrations & fait voir évidemment quelle en est la cause ; elle offre de plus un autre phénomène ; pendant qu'elle fait des vibrations totales, elle se partage encore en plusieurs vibrations particulières, qui donnent ce qu'on appelle les *sons harmoniques*, c'est-à-dire la douzième & la dix-septième majeures, ou les octaves & double octave de la quinte & de la tierce, sans lesquelles le son musical ne peut subsister ; on peut même entendre ces sons sans le son prin-

cial, en touchant une grosse corde de viole avec l'archet très-près du chevalet.

Puisque les tuyaux d'orgue donnent les sons musicaux, il doit donc s'y passer quelque chose d'analogue, mais on ne peut s'aider ici du secours des yeux, la corde sonore est ébranlée & le tuyau ne paroît faire aucun mouvement, il a fallu que l'analogie & le calcul guidaient absolument M. Bernoulli dans cette recherche : des guides de cette espèce étoient sûrs entre ses mains, & il a eu la satisfaction de voir qu'il avoit toujours trouvé non-seulement les résultats de son calcul conformes à l'expérience, mais qu'il avoit même été conduit à des phénomènes totalement ignorés. Il est presque inutile d'avertir ici qu'il n'y est question que des tuyaux à bouche ou de flûte, & nullement des tuyaux à anche.

Les flûtes de l'orgue sont en général de deux espèces ; les unes sont ouvertes par leur extrémité opposée à la bouche, & les autres sont bouchées : ces dernières donnent un ton d'une octave plus bas que si elles étoient ouvertes, en sorte qu'un tuyau de quatre pieds bouché rend le même ton qu'un tuyau ouvert de huit pieds, mais le son en est plus sourd & moins éclatant, & c'est

probablement pour cela qu'on a nommé ces jeux bouchés , *des bourdons*. Il n'est peut-être personne qui n'ait entendu parler de la comparaison des vibrations sonores avec les ondulations qui se font dans une eau tranquille lorsqu'on y jette une pierre , il n'y en a peut-être point de plus défectueuse : celles de l'eau ne sont dûes qu'à la pesanteur de ce fluide , qui n'a point d'élasticité sensible , & celles de l'air tiennent principalement à son élasticité , sans que son poids y contribue que pour très-peu de chose. C'est cette élasticité , qui rend l'air si susceptible de vibrations , que si son mouvement est fort oblique , il affecte successivement un plan qui lui est opposé de mouvemens en sens contraires. Les marins n'éprouvent que trop cette propriété quand leurs voiles font un trop grand angle avec la direction du vent ; c'est sur elle qu'est fondé le mouvement des tremblans de l'orgue & l'incommode bruit de quelques volets mal fermés.

C'est probablement cette même cause qui met en mouvement de vibration l'air contenu dans un tuyau : l'air chassé , ou contre la vive-arête des planches du tuyau , ou contre un biseau exposé à la fente par laquelle il doit passer , pousse

dans un instaüt l'air qui y est contenu & lui cède dans un autre. Ces mouvemens alternatifs , très - promptement répétés , excitent dans l'air du tuyau ces vibrations qui produisent le son , & que ce dernier communique ensuite à l'air environnant qui le transmet à l'oreille.

La vibration excitée dans l'air en ébranle toutes les parties , mais toutes ne peuvent pas recevoir le mouvement qui fait le son , il n'y a que celles qui ont des ressorts égaux ou capables de produire des vibrations , qui concourent plus ou moins ensemble , qui puissent continuer le mouvement de vibration : celles qui ne concourent point du tout , ou qui ne le font que très-rarement , se réduisent & ne produisent aucun son ; c'est la raison physique pour laquelle il n'y a que les sons harmoniques qui se font entendre. Cette théorie a été donnée à l'Académie par M. Estève , de la Société royale des Sciences de Montpellier , & nous en avons rendu compte en 1750 (1).

Cela supposé , si on imagine un tuyau cylindrique fermé par un bout , & que par l'autre on le fasse résonner , soit au

(1) Voyez *Histoire* 1750.

moyen d'une bouche semblable à celle des tuyaux d'orgue, soit en soufflant simplement dans son embouchure comme dans le canon d'une clef, l'air enfermé dans ce tuyau se mettra en vibration, c'est-à-dire que chaque tranche infiniment mince de l'air qui y est contenu, souffrira un balancement alternatif très-vif dans le sens de l'axe. Ces vibrations, comme celles du pendule, seront sensiblement isochrones, & il ne résultera de leur plus ou moins de force qu'une plus ou moins grande intensité du son ; le son ne pouvant sortir que par la bouche du tuyau, il en résultera nécessairement qu'il s'y établira un courant d'air, entrant & sortant alternativement à chaque vibration par son embouchure ; & comme toutes les vibrations qui se font au-dedans du tuyau, quelque inégales qu'elles puissent être, sont nécessairement isochrones ; le tuyau rendra toujours le même son, qui sera le son fondamental du tuyau si le souffle est ménagé ; car on peut, en le forçant plus ou moins, tirer encore d'autres sons du même tuyau. Nous aurons lieu d'en parler dans la suite.

Si nous supposons présentement que le tuyau soit ouvert à son extrémité,
les

les vibrations s'y établiront comme dans le premier ; mais l'air n'étant pas obligé de sortir par la même ouverture , il s'établira au milieu un point où elles seront détruites les unes par les autres , & qui sera véritablement en repos. On peut donc considérer , selon M. Bernoulli , ce tuyau comme composé de deux tuyaux bouchés , la lame d'air respectivement immobile faisant l'effet d'une séparation ; or ces deux tuyaux seront de moitié plus courts que le tuyau total , que nous avons supposé égal au tuyau bouché de l'article précédent , ils donneront donc un ton d'une octave plus haut ; & comme ils sont deux qui concourent à le produire , le son en sera beaucoup plus fort & plus éclatant.

Puisque le tuyau d'orgue rend un son musical , il faut nécessairement qu'il s'y établisse non-seulement des vibrations uniformes dans toute sa longueur , mais d'autres partiales , qui , sans interrompre les premières , puissent exprimer les sons harmoniques ; & si ces vibrations partiales font quelque peine à imaginer , nous prions le Lecteur de vouloir bien se rappeler qu'une corde de viole , dont on touche avec l'archet

l'octave ou la quinte , les fait voir distinctement à l'œil.

Il y a plus ; ces sons harmoniques se feront entendre seuls , si on le veut , en embouchant le tuyau d'une manière différente : une flûte traversière , dont M. Bernoulli tenoit tous les trous bouchés , lui a fait entendre par le seul changement du vent & de la manière de l'emboucher , les sons harmoniques du ton qu'elle donnoit naturellement dans cet état , & , ce qui est bien digne de remarque , on ne peut en tirer d'autres. Voici comment M. Bernoulli explique ce singulier phénomène.

Il imagine que dans la circonstance dont nous venons de parler , l'air est mis en vibration à la vérité dans tout le tuyau , mais d'une façon bien différente de celle qui est nécessaire pour produire le son principal ; dans ce dernier cas , les vibrations se font toutes en même sens ou tout au plus en deux sens différens : il ne peut donc s'établir qu'un seul point de repos , comme nous l'avons dit en parlant du tuyau ouvert , mais dans le cas des sons harmoniques , la longueur du tuyau se trouve partagée en plusieurs parties , telles que ces sons

l'exigent, & les vibrations de la première se feront toujours en sens contraire de celles de la seconde, celles de la troisième en même sens que celles de la première, celles de la quatrième comme celles de la seconde ; il y aura donc entre ces vibrations, qu'on peut nommer *positives & négatives*, des points où elles feront zéro, & où par conséquent l'air fera totalement en repos, sans contribuer en aucune manière au son : aussi M. Bernoulli a-t-il remarqué qu'en perçant le tuyau dans ces endroits, on n'altéroit point le son qu'il donnoit quand c'étoit un des sons harmoniques ; nous disons quand c'étoit un des sons harmoniques, parce que les vibrations qui donnent le son principal occupant uniformément tout le tuyau, elles n'y laissent aucun de ces points inutiles au son : on peut se représenter à l'œil toute cette théorie, en imaginant une ligne droite partagée en autant de points que le tuyau a de ces points de repos, & une courbe serpentante qui passe par ces points tantôt d'un côté de la ligne & tantôt de l'autre ; les ordonnées de cette courbe placées alternativement à droite & à gauche de la ligne, exprimeront la valeur & le sens des vibrations.

316 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

Cette même théorie peut encore servir à expliquer ce qui se passe dans les trompettes & les cors de chasse. Ces instrumens ne donnent dans toute l'octave basse que le son fondamental, la tierce & la quinte, il ne faut pas en être étonné; il se forme dans leur tuyau des vibrations très-fortes en sens contraire & des points de repos, tels que nous venons de les décrire, sans qu'on puisse tirer aucun des tons intermédiaires. M. Bernoulli le démontre par un calcul facile. C'est ainsi qu'un principe général une fois trouvé, sert à l'explication d'une infinité de phénomènes différens, & reçoit de cette application un nouveau degré de certitude.

Toute la théorie de la vibration de l'air dans les tuyaux d'orgue, se trouve donc, par l'ingénieuse hypothèse de M. Bernoulli, réduite au même système & presque aux mêmes loix que celle des cordes sonores, & il ne s'agit plus que d'examiner sur ce principe toute la marche de ces vibrations invisibles par elles-mêmes, mais auxquelles il a su donner par cette analogie, s'il m'est permis de m'exprimer ainsi, un corps qui pût être saisi & déterminé par le calcul; il va jusqu'à déterminer ce qui se

- passeroit dans un tuyau fermé par les deux bouts s'il étoit possible d'y exciter un son ; exemple bien inutile dans la pratique , puisqu'un tel tuyau ne pourroit avoir aucun son , mais qu'il étoit cependant nécessaire d'examiner , tant parce que la théorie des tuyaux ouverts & bouchés par un bout découle immédiatement de celle-ci , que parce qu'il arrive quelque chose de semblable dans les tuyaux simplement bouchés par un bout lorsqu'on leur fait rendre les tons harmoniques , la dernière division qui se trouve entre le bouchon & le dernier point de repos étant précisément dans le cas d'un tuyau bouché par les deux bouts.

Il entre dans le calcul de M. Bernoulli un terme qui exprime la densité de l'air & son poids ; or ces deux quantités étant variables , il est nécessaire que leurs variations influent sur le ton des tuyaux , celles de la pesanteur de l'air n'y feront pas un grand effet , parce qu'elles n'altèrent que très-peu ou point du tout le ressort de ce fluide , aussi voit-on que le ton & la vitesse du son sont entièrement les mêmes au bord de la mer & sur les plus hautes montagnes , malgré la différence du poids de l'air ;

mais le chaud & le froid augmentant ou diminuant ce ressort, doivent faire varier sensiblement le ton des tuyaux. Le calcul de M. Bernoulli donne dans le climat de Bâle un demi-ton pour cette variation; mais comme la température des églises est moins variable que celle de l'air extérieur, les Organistes, qui ont effectivement remarqué cette différence, la trouvent moins considérable.

Jusqu'ici le calcul de M. Bernoulli a supposé le bout du tuyau par lequel on souffloit absolument ouvert, & dans la pratique il ne l'est pas: cette extrémité est presque entièrement fermée, & il n'y reste d'ouverture que ce qu'on nomme la *lumière* ou *bouche du tuyau*: ce changement en doit nécessairement apporter un dans le ton que rend le tuyau, & il s'agissoit de le déterminer. Pour cela, M. Bernoulli a pris une espèce de flageolet sans trous, garni d'un piston qui pouvoit entrer dedans & y être poussé jusqu'à la lumière; ce flageolet ainsi construit, étoit un tuyau qu'on pouvoit employer ouvert ou bouché, & qui, dans ce dernier cas, étoit susceptible de plusieurs tons & de différentes longueurs, & il avoit depuis le milieu de la lumière jusqu'à son extrémité ouverte, soixante-

huit lignes. Il l'a d'abord essayé sans le piston, & ayant bien remarqué le ton qu'il donnoit, il a enfoncé le piston dedans jusqu'à ce que l'instrument donnât le même ton ; le piston étoit alors à vingt-neuf lignes du milieu de la lumière. C'étoit donc à cet endroit que, suivant ce que nous avons dit ci-dessus, se devoit faire le nœud ou point de repos dans le tuyau lorsqu'il étoit ouvert, & cette partie du tuyau de vingt-neuf lignes étoit exactement à l'unisson de l'autre partie, qui en avoit trente-neuf. Or, si on calcule, en vertu des nombres, quel ton la partie de vingt-neuf lignes devoit avoir, on trouvera qu'elle auroit dû rendre un ton d'une quarte plus haut que celle de trente-neuf : la lumière l'avoit donc fait baisser d'une quarte, mais à mesure que les tuyaux s'allongent, cette différence diminue, en sorte que dans les grands tuyaux d'orgue elle devient physiquement nulle.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que les tuyaux cylindriques ouverts ou fermés ; il en est cependant encore deux autres espèces, les tuyaux à cheminée & les tuyaux coniques.

Les tuyaux à cheminée ne sont, à proprement parler, ni ouverts ni fermés ;

ils sont composés de deux tuyaux cylindriques de grosseur très inégale, mis au bout l'un de l'autre sur un même axe & joints ensemble par une rondelle qui couvre le gros tuyau & qui est percée dans son milieu pour recevoir le petit.

M. Bernoulli commence l'examen de ces tuyaux par un, duquel il suppose le gros bout absolument fermé & le petit ouvert, dans lequel on souffle pour exciter le son. Il est clair que le déplacement des couches d'air diminuera, comme à l'ordinaire, depuis l'embouchure du petit tuyau jusqu'à la jonction des deux tuyaux; là elle essuiera une diminution subite en raison de l'amplitude des deux tuyaux, & les vibrations deviendront d'une moindre étendue, & tout s'y passera de même que dans un tuyau cylindrique ouvert. Il y a donc un tuyau cylindrique ouvert qui se trouveroit à l'unisson du tuyau à cheminée: or dans tout tuyau cylindrique ouvert, il se fait, comme nous l'avons dit, vers son milieu un point de repos qui, comme un diaphragme, partage le tuyau ouvert comme en deux tuyaux bouchés, & par conséquent il doit aussi s'établir un point de repos ou diaphragme dans le tuyau à cheminée,

mais il est bien sûr que ce ne sera pas au milieu de sa longueur. M. Bernoulli a cherché à déterminer ce point, ou, ce qui revient au même, les longueurs des tuyaux à cheminée, nécessaires pour leur faire produire les différens tons ; mais après cette détermination faite, il a voulu s'en assurer par expérience, il a pris une bouteille cylindrique à long col, & ayant mis au fond la quantité d'eau suffisante seulement pour le couvrir ; il a soufflé dans l'embouchure ; & ayant bien remarqué le ton, il a calculé quelles devoient être les longueurs du corps cylindrique de la bouteille, pour donner les autres tons de l'octave, & il les a marqués sur le verre, versant ensuite de l'eau jusqu'à ces marques : il a soufflé à chaque expérience dans l'embouchure de la bouteille, & il a vu que cette bouteille, ainsi successivement raccourcie, donnoit effectivement les tons désignés aussi parfaitement que l'irrégularité du verre le pouvoit permettre.

Jusqu'ici nous avons considéré le tuyau comme ouvert par le haut & fermé par le bas ; or les tuyaux de cette espèce, sont ouverts par les deux bouts, puisque la bouche ou lumière leur tient lieu

d'une ouverture. En introduisant cette circonstance dans le calcul, & ayant égard à l'abaissement de ton que cause la bouche substituée à la pleine ouverture, il parvient à trouver la position du diaphragme ou point de repos & leur proportion avec un tuyau cylindrique ouvert qui donneroit le même ton : nous disons leur proportion, car le tuyau à cheminée ne fera jamais aussi long que le tuyau simple ouvert, ni si court que le tuyau bouché, il participera à tous deux ; & le son qu'il rendra, sera aussi moins éclatant que celui du tuyau ouvert, & plus que celui du tuyau bouché de même ton : M. Bernoulli a eu la satisfaction de voir son calcul cadrer parfaitement avec la comparaison qu'il a faite de tuyaux de même ton des deux espèces. La meilleure preuve d'une hypothèse est la conformité des résultats qu'on en tire avec l'expérience.

Il ne nous reste plus à parler que des tuyaux coniques, qui font le dernier article du Mémoire de M. Bernoulli.

Le calcul des vibrations de l'air, dans ces derniers tuyaux, devient infiniment plus difficile ; il dépend cependant de la même théorie, mais le seul

changement du tuyau cylindrique en tuyau conique, produit dans bien des cas des équations si rébelles, qu'on ne peut venir à bout de les intégrer. M. Bernoulli a eu recours aux suites, & il est parvenu à en obtenir une qui peut se réduire à des quantités finies, & il a obtenu, par ce moyen, ce que les méthodes directes lui refusoient. Voici le précis de sa méthode & de ses résultats.

Dans un tuyau conique, comme dans un cylindrique, il se peut faire différens ordres de vibration, suivant le ton qu'on lui fait rendre : si c'est le plus grave de tous, il ne se forme qu'une espèce de vibrations, elles vont toutes du même côté, mais alternativement vers le sommet & vers la base ; si on lui fait rendre l'octave au-dessus, il ne se forme qu'un nœud diaphragme ou point de repos vers le milieu du tuyau ; si c'est la quinte, il s'en forme deux, & pour lors les vibrations se font en sens contraires dans les intervalles, &c. Nous n'en dirons pas davantage sur cette théorie, qui est au fond la même que celle que nous avons appliquée aux tuyaux cylindriques.

Entre tous ces nœuds il se trouve des points où la densité de l'air reste

constante pendant qu'elle varie, par les vibrations, dans tout le reste de l'intervalle. M. Bernoulli appelle ces points *ventres*, par analogie à ce qu'on nomme ainsi dans une corde mise en vibration, & la nature de ces ventres est telle, qu'on pourroit couper le tuyau dans quel ventre on voudroit, sans que chaque partie changeât de ton, pourvu qu'on ménageât le souffle de façon à lui faire prendre toujours le même nombre de nœuds qu'il avoit : ces ventres, dans le tuyau cylindrique, sont toujours au milieu de l'espace compris entre deux nœuds ; mais ils ne sont pas placés de même dans le tuyau conique. M. Bernoulli cherche donc à déterminer la position des uns & des autres, & voici les résultats de son calcul, confirmés presque en tout par l'expérience.

Tout tuyau conique ouvert est à l'unisson d'un tuyau cylindrique aussi ouvert & à-peu-près de même longueur.

Les tons successifs, qu'on peut tirer d'un même tuyau conique, vont, en raison des nombres naturels, comme dans le tuyau cylindrique.

On peut, comme nous l'avons dit, couper un tuyau conique à tous ces ventres, c'est-à-dire en parties égales,

sans que chaque partie change de ton & cesse d'être à l'unisson.

Lorsqu'on fait rendre au tuyau des tons plus hauts, ou, comme M. Bernoulli les nomme, d'un ordre plus élevé, les distances entre les nœuds deviennent sensiblement égales, quoiqu'elles soient très-inégales dans les ordres inférieurs, tandis que les ventres sont toujours également éloignés pour tous les ordres, différence essentielle qui caractérise le tuyau conique & le distingue du cylindrique; enfin le tuyau conique sera toujours un peu plus long que le tuyau cylindrique de même ton.

La manière dont se font les vibrations dans un tuyau conique conduit nécessairement à expliquer l'effet des porte-voix & la propagation du son : les porte-voix ramassent, pour ainsi dire, en un point la voix qui se répandroit sans cela dans toute une demi-sphère; mais si on veut en tirer avantage, il faut que la voix soit, pour ainsi dire, d'accord avec le tuyau; observation nécessaire aussi aux jeux d'anche, qui ne rendent pas la moitié du son qu'ils devroient rendre quand le ton de l'anche n'est pas proportionné à la longueur du tuyau auquel il est appliqué.

Puisqu'on connoît la manière dont se font les vibrations dans les tuyaux coniques , on peut regarder tout l'hémisphère opposé aux corps sonores comme partagé en une infinité de tuyaux coniques infiniment alongés & dont la pointe vient se rendre à ce corps sonore : alors il est sûr que l'assemblage de toutes les vibrations de ces tuyaux coniques fera la propagation du son en tout sens, & que par conséquent cette propagation est sujette aux mêmes règles. Il y aura donc des cercles ou plutôt des couches sphériques alternativement ébranlées & immobiles qui diminueront de force à mesure qu'elles augmenteront en grandeur : ces espèces d'ondulations seront d'autant plus larges que le son fera plus grave.

Si on suppose , par exemple , un son formé par des ondulations , qui d'abord fussent larges d'un pied , & que ce son pût être entendu à quinze mille pieds , ou cinq quarts de lieue parisienne , il se formera nécessairement quinze mille ondulations. Or , les ébranlemens dans les tuyaux coniques diminuent en raison des distances ; ces ébranlemens seront donc quinze mille fois plus petits que dans la première ; & si les plus grandes

excursions ont été d'une ligne, elles ne feront plus que de la quinze millième partie d'une ligne dans l'endroit où le son cesse d'être perceptible. Combien les fibres de l'oreille doivent-elles être sensibles pour être affectées d'un si petit mouvement !

Ces cônes infiniment aigus, qu'on peut appeller les *rayons sonores*, auront donc leurs nœuds & leurs ventres, & la distance de ces derniers diminuera un peu en s'éloignant du sommet ou de la pointe du cône. Un seul & même rayon pourra donc être ébranlé par plusieurs autres qui le croiseront, si où il se trouve un nœud dans l'un il y a un ventre dans l'autre ; alors chaque espèce de vibration fera indépendante de l'autre. On pourra donc entendre plusieurs sons musicaux à la fois, tandis que l'assemblage des sons discordans n'affectera l'oreille que d'un bruit confus.

Tel est le précis très-abrégé de la théorie de M. Bernoulli ; il falloit & son art & son savoir pour rendre sensibles & soumettre au calcul des quantités qu'on ne pouvoit ni appercevoir ni mesurer actuellement, & ce sera une obligation que lui auront à jamais tous ceux qui voudront travailler sur cette partie de l'Acoustique

MÉCANIQUE.

Sur une nouvelle espèce de Pistons.

L'UTILITÉ des pompes dans une infinité de circonstances a souvent engagé les Mécaniciens à faire de ces machines l'objet de leurs recherches & à tenter tous les moyens possibles pour les perfectionner.

De toutes les parties d'une pompe, le piston est peut-être la plus essentielle ; aussi n'a-t-on jusqu'ici négligé aucun travail pour donner à cette partie de la machine une construction qui le rende solide, exact & facile à mouvoir : c'est à quoi ont tendu jusqu'ici les travaux des Mécaniciens : nous allons bientôt voir avec quel succès.

Les pistons des pompes sont en général de deux espèces, les uns qu'on nomme *sans frottement*, & les autres qui frottent réellement contre les parois du corps de pompe.

On n'en connoît guère que trois de la première espèce ; le premier est composé d'un cylindre de cuivre, ayant au moins une hauteur double du diamètre de sa

base : ce cylindre doit être, à très-peu près, du même diamètre que l'intérieur du corps de pompe qu'il doit presque toucher par-tout sans frotter nulle part. On juge bien que ces deux pièces ne peuvent être travaillées avec trop de soin si on veut qu'elles produisent leur effet, & que cette espèce de piston doit résister aussi très-long-temps à l'action des liqueurs âcres qu'on peut faire élever à la pompe ; c'est pourquoi on l'emploie aux pompes qui servent à élever de la lessive, dont l'action auroit bientôt détruit les cuirs des autres pistons, dont nous parlerons ci-après, & cette espèce de pompe en a retenu le nom de *pompe à lessive*, sous lequel elle est connue.

Comme le piston de cette pompe ne touche pas exactement le corps de pompe, il y a nécessairement entre deux un vuide très-petit à la vérité, mais par lequel l'eau s'échappe en une quantité d'autant plus considérable, que le poids de la colonne qu'elle soutient est plus grand, & c'est ce qui empêche d'employer ce piston, quoique sans frottement, dans les pompes qui doivent élever l'eau un peu haut, il s'en perdrait une trop grande quantité : on peut

même aisément se convaincre que dans les médiocres hauteurs , cette perte est sensible , car en connoissant le diamètre du corps de pompe & la levée du piston , on peut aisément connoître combien la pompe doit donner d'eau dans un certain nombre de coups de piston ; & si on en fait l'expérience , on trouvera toujours la quantité d'eau donnée par la pompe au-dessous de celle qu'elle auroit dû fournir suivant le calcul.

La seconde espèce de pistons , qu'on nomme *sans frottement* , n'exige pas à beaucoup près autant d'exactitude & d'attention que ceux dont nous venons de parler : ces pistons sont composés de rondelles de cuir enfilées , qui forment un cylindre semblable au cylindre de cuivre dont nous venons de parler , & ce piston est bientôt moulé dans le corps de pompe , mais il ne peut servir longtemps sans laisser échapper l'eau.

La troisième espèce de piston sans frottement , est celle qui fut proposée par M^{rs} Goffet & la Deuille ; il consiste en un plateau de bois , percé dans son milieu pour laisser passer l'eau quand le piston descend , & garni d'une soupape qui l'empêche de s'écouler par cette ouverture quand le piston remonte : ce

piston est placé entre deux cuirs circulaires , qui lui permettent de s'élever & de s'abaisser d'une certaine quantité , mais il est évident que ces cuirs , pliés alternativement d'un sens & de l'autre , doivent se couper en peu de temps , & que d'ailleurs étant continuellement chargés d'une colonne d'eau , qui doit être assez large pour suppléer au peu de mouvement de piston , on ne peut s'en servir toutes les fois que la pompe devra monter l'eau un peu haut.

Le piston qu'on emploie le plus ordinairement dans les pompes qui doivent élever l'eau assez haut , & être d'un fréquent usage , est composé d'un morceau de bois tourné , dont le diamètre est plus petit que celui du corps de pompe. Au haut de ce cylindre de bois est creusée une espèce de feuillure circulaire d'environ quatre à cinq lignes de profondeur , dans laquelle est cloué le bout d'une bande de cuir , taillée de manière qu'elle forme une espèce de vaisseau conique , dont l'extrémité supérieure touche l'intérieur du corps de pompe. Il résulte de cette construction , que lorsque le piston descend , l'eau fait appliquer la bande de cuir contre le piston & trouve un libre passage entre

celui-ci & le corps de pompe pour passer au-dessus, mais que dès que le piston remonte, le poids de la colonne d'eau, qui porte sur la bande de cuir, fait élargir l'espèce de vaisseau qu'elle forme & l'oblige d'appliquer ses parois contre le corps de pompe d'autant plus exactement que la colonne d'eau est plus pesante.

Cette construction ne laisseroit rien à désirer, si à la simplicité dont elle jouit elle joignoit la solidité, mais il arrive presque toujours que le poids de la colonne d'eau, soutenue par le cuir, ou le renverse ou détache les clous qui le joignent au piston; alors l'eau n'ayant plus rien qui la retienne, s'écoule & rend la pompe inutile: d'un autre côté, les clous sortis de leurs feuillures rayent avec leur tête le corps de pompe, & cela d'autant plus facilement, que le bois étant plus petit que le tuyau, rien ne l'empêche de se jeter plus d'un côté que de l'autre, selon que le déplacement de cuir, qui n'est jamais égal tout autour, l'y sollicite.

C'est ce qui a engagé M. Deparcieux à chercher une construction de pistons, qui eût les avantages de celui-ci sans en avoir les inconvéniens: celui qu'il

propose n'a point de clous, le cuir ne peut absolument se renverser, il va toujours dans une direction parallèle à l'axe du corps de pompe & n'a qu'un frottement presque insensible.

Ce piston est composé de deux pièces de cuivre ou de fer fondu, qui, jointes ensemble par la verge de fer qui les enfle toutes deux, forment un corps à peu-près cylindrique, d'un diamètre un peu plus petit que celui du corps de pompe; nous disons à peu-près cylindrique, parce qu'il va un peu en dépouille, & que la base inférieure est plus petite que la supérieure: ce cylindre est percé, selon sa longueur, de trois ouvertures, par lesquelles l'eau peut aisément passer lorsqu'on abaisse le piston; mais lorsqu'on le remonte, une pièce de même métal, garnie de cuir en dessous, & qui peut se mouvoir de haut en bas le long de la verge de piston, dans laquelle elle est enfilée, s'applique sur ces ouvertures & intercepte le retour de l'eau qui se trouve au-dessus du piston avec d'autant plus d'exactitude que la colonne se trouve plus grande.

Entre les deux pièces qui composent le piston, se trouvent serrées deux autres parties destinées à toucher le corps de

pompe , l'une est une rondelle de plomb dont les bords , fondus exprès , s'appliquent sur la surface extérieure du cylindre , & y forment une large bande qu'on rend du même diamètre que le corps de pompe , en l'y faisant entrer un peu à force , & l'y faisant aller & venir à plusieurs reprises : cette pièce est destinée tant à faire mouvoir le piston parallèlement au corps de pompe , qu'à soutenir la seconde pièce dont nous allons parler.

Elle est composée d'une espèce de tasse de cuir fort , dont le fond est évidé aux endroits qui répondent aux ouvertures intérieures du piston , & dont les bords embrassent , en se relevant , la surface extérieure du piston ; c'est ce cuir qui , pressé par la colonne d'eau que le piston enlève , s'applique exactement contre le corps de pompe , sans y frotter au-delà de ce qui est nécessaire pour que le piston soit fidèle & fasse son effet : on voit aisément que , par cette construction , l'eau ne peut ni le détacher , parce qu'il est d'une pièce , ni le renverser , parce qu'il est soutenu en dessous par le plomb & n'a pas assez d'espace pour se retourner ; on fait prendre au cuir cette forme , en le

mettant tout mouillé dans un vaisseau fait exprès , & l'y assujettissant avec un morceau de bois tourné pour cet effet.

Ce piston , comme on voit , conserve tous les avantages de celui auquel M. Deparcieux le substitue , sans avoir aucun de ses défauts ; il est vrai qu'il coûtera un peu plus , mais sa durée & son exactitude indemniseront bien de ce petit excès de dépense ; & comme il se démonte avec la plus grande facilité , il sera toujours aisé de réparer celle de ses pièces qui se seroit dérangée. C'est résoudre un problème de cette espèce dans toute son étendue , que d'allier ensemble , en pareille matière , la précision des effets , la solidité de la pièce qui les opère & la facilité de la réparer en cas d'accident.

L'ACADÉMIE , en rendant compte au Public , dans l'histoire de l'année dernière , de la publication de son travail sur la description des Arts , s'étoit engagée à lui annoncer chaque année les Arts dont la description auroit paru ; c'est de cet engagement qu'elle s'acquitte ici pour cette année : les Arts

qui ont paru en 1762 , font au nombre de huit.

Le premier est *l'art de l'Ardoisier*, par M. Fougeroux ; il y décrit non-seulement la manière de tirer l'ardoise du sein de la terre , de la refendre , de la tailler & de la rendre propre aux usages auxquels on l'emploie ordinairement , telle qu'elle est usitée dans les perrières ou carrières d'ardoise des environs d'Angers, les plus considérables du royaume, mais encore celle qui est usitée dans celles de Rimogne près Mézières en Champagne, & dans celles de plusieurs autres endroits : on voit , par la différence de ces procédés que celle des circonstances a exigée, combien la pratique d'un art peut être variée sans s'écarter des principes sur lesquels il est appuyé.

Le second est *l'art du Cirier*, M. du Hamel y a joint à ses propres recherches les observations qui lui ont été communiquées par M. Trudon propriétaire de la belle manufacture établie à Antony, celui peut-être de tous les manufacturiers du royaume qui a fait le plus d'études & de tentatives pour parvenir à la perfection de son art ; M. du Hamel prend l'art du Cirier depuis le

le moment où la cire est tirée des ruches , jusqu'à celui auquel les plus beaux ouvrages de cette espèce sont achevés ; il y explique toutes les opérations nécessaires pour blanchir la cire , pour la mettre en état d'être employée , & tous les moyens ingénieux qu'on met en usage pour accélérer & faciliter le travail , & pour conserver aux différens ouvrages la perfection & la propreté qui leur est si nécessaire ; chaque opération est rappelée aux principes physiques sur lesquels elle est fondée , & on ne pourra certainement lire la description de cet art , sans être étonné de tout le travail & de toutes les attentions qu'il exige.

Le troisième est *l'art de faire les Tapisseries de cuir doré* , par M. Fougereux : cet art offre à la curiosité du lecteur bien des procédés dignes d'attention ; mais le plus singulier de tous est certainement celui par lequel on donne la couleur d'or la plus parfaite , à l'argent dont on recouvre ces peaux : bien des gens ont peut-être vu long-temps de ces teintures si bien dorées , sans soupçonner qu'il n'y entre pas un seul grain d'or ; mais ce qui doit relever le prix de ces tapisseries , c'est la propriété qu'elles ont de

résister à l'humidité qui, dans des endroits bas & peu souvent habités, tels que les rez-de-chaussée de la plupart des châteaux, détruiroit bientôt toutes celles qu'on voudroit leur substituer.

Le quatrième est *l'art du Parcheminier*: M. de la Lande qui en est l'auteur, y décrit non-seulement tous les procédés qu'on emploie pour mettre les différentes peaux en état de servir à l'écriture, au Dessin, à la Peinture & aux autres usages auxquels on emploie le parchemin, le vélin & les autres peaux préparées de cette manière; mais il y donne encore une histoire abrégée de l'origine de cet art & des différens réglemens qui ont été faits à ce sujet, dans laquelle on trouvera un grand nombre de faits très-intéressans.

Le cinquième contient la troisième & la quatrième partie de *l'art des Forges à fer*, par M. le Marquis de Courtivron & M. Bouchu, Correspondant de l'Académie: la première traite de la construction des fourneaux destinés à fondre la mine, de la fabrique des moules destinés à former les différens ouvrages de fonte de fer, & des précautions nécessaires pour couler ces ouvrages: on y admirera l'art avec lequel on est parvenu

à ménager l'action du feu presque à volonté, par la différente construction des fourneaux, les différentes manières d'y porter le vent nécessaire pour en augmenter l'activité, & enfin l'industrie avec laquelle on est parvenu à former avec de la terre des moules assez précis pour y couler des chaudières & d'autres pièces aussi minces, sans qu'il se trouve dans leur épaisseur d'inégalité sensible. La seconde est une traduction faite par M. Bouchu, du Traité du fer, écrit en latin par M. Swedemborg : cet ouvrage, qui contient dans le plus grand détail les pratiques usitées dans les forges à fer de Suède, forme une suite d'autant plus naturelle de cet art, qu'il présente aux yeux une très - grande quantité de moyens de parvenir au même but, & que cette variété de procédés exposés par un homme habile, ne peut que jeter de grandes lumières sur la théorie de l'art des forges : M. Swedemborg a même poussé l'attention jusqu'à examiner l'usage des mines de fer, non-seulement par rapport aux forges, mais encore relativement à tous les autres avantages qu'elles peuvent procurer, comme les eaux minérales, &c.

Le sixième art, suite naturelle de celui,

P 2

340 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

des forges à fer , est celui de la *Forge des enclumes* , par M. du Hamel. Quoiqu'il n'y soit pas question de la production du fer , & que communément cet art se pratique loin des forges , cependant l'énormité de la masse des enclumes oblige d'employer des procédés à peu près semblables à quelques-uns de ceux qu'on emploie dans les affineries des grandes forges ; & on y verra sans doute avec plaisir les moyens simples & ingénieux que les ouvriers qui forgent les enclumes , emploient pour suppléer aux secours qu'ils trouveroient dans une grande forge & qu'ils ne pourroient se procurer dans les différens endroits où ils sont obligés successivement de travailler , leur étant bien plus aisé de transporter leur équipage que leurs ouvrages.

Le septième art est celui du *Cartonnier* , par M. de la Lande ; on y retrouvera en petit & d'une manière bien plus grossière les mêmes procédés que le Pape-tier met en usage ; espèce d'économie nécessaire pour procurer , à très-bon marché , une matière aussi généralement utile que le sont les différentes espèces de carton.

Le huitième & dernier art qui ait paru en 1762 , est celui du *Cartier* ou l'*art de*

faire les Cartes à jouer, par M. du Hamel : cet art, que l'oisiveté, & peut-être aussi quelquefois l'avidité des hommes, ont rendu l'objet d'un très-gros commerce, offre une infinité de pratiques singulières, sur-tout celle d'appliquer les couleurs à travers des cartons percés qui se rapportent si exactement, qu'il semble que chaque figure ait été colorée à la main & séparément, & celle de couper les cartes avec des ciseaux si également, qu'on croiroit que chaque jeu a été ferré dans une presse & coupé au couteur de Relieur.

MACHINES OU INVENTIONS

Approuvées par l'Académie en 1762.

I.

UNE Pendule à demi-secondes, présentée par M. Millot, Horloger de Paris : cette pendule sonne, comme les pendules ordinaires, les heures & les demies ; elle marque, par plusieurs ouvertures percées dans le cadran, l'année, le nom du mois où l'on se trouve & le nombre de jours qu'il contient, le quantième du mois, celui de la Lune, la lettre domi-

P 3

nicale , l'épacte , le nombre d'or , le
 cycle solaire , la phase de la Lune , le
 lever & le coucher du Soleil pour Paris :
 ce lever & ce coucher s'y marquent
 même d'une façon singulière ; comme le
 rouage qui entraîne l'image du Soleil ne
 pourroit la faire passer en trois minutes
 sous la pièce qui représente l'horizon ,
 un petit rouage qui se détend alors , fait
 élever dans ce même espace de temps
 une ailette qui couvre le Soleil & en
 fait retomber le matin une autre à l'heure
 du lever du Soleil : à l'instant que le
 Soleil de la pendule se couche , il s'ou-
 vre dans toute l'étendue du fond bleu
 qui représente le Ciel , quatre-vingt-
 dix petites ouvertures , par lesquelles
 sortent quatre-vingt-dix petits brillans
 qui représentent les étoiles. Comme le
 mois de Février est tous les quatre ans
 de vingt-neuf jours , une étoile à trois
 rayons , & qui n'est en prise que de
 quatre en quatre ans , fait avancer le len-
 demain du 28 une petite languette qui
 le recouvre & qui porte le chiffre 29.
 La manière dont les années sont mar-
 qués par cette pendule , n'est pas moins
 curieuse ; l'Auteur y emploie quatre cer-
 cles , chargés chacun de dix chiffres ;
 celui des unités avance d'une division

tous les ans, & lorsqu'il a fini son tour, il fait passer une de celles du cercle des dixaines, celui-ci en fait autant pour celui des centaines, & ce dernier pour celui des milles; en sorte que cet assemblage peut marquer jusqu'à l'an 9999, temps auquel l'horloge ne subsistera certainement plus depuis longtemps. On a cru que tous ces différens effets, dont plusieurs sont ou nouveaux ou exécutés d'une façon nouvelle, prouvoient dans l'auteur une grande intelligence & beaucoup de sagacité.

II.

Une autre pendule du même M. Millot : ce que celle-ci a de particulier, c'est que quoique son pendule ne soit qu'à demi-secondes, l'aiguille marque néanmoins les secondes en un seul temps comme les pendules à secondes, & cet avantage est dû à la construction de l'échappement. Quoique l'idée de faire marquer les secondes en un seul temps aux aiguilles des pendules à courte vibration ne soit pas nouvelle, on a trouvé l'échappement de M. Millot simple & ingénieux; il n'a besoin que de très-peu de force, il n'occasionne qu'un très-petit frottement, il n'a ni trop ni trop peu de chute, &

l'Académie a cru que son application aux pendules de cette espèce ne pouvoit qu'être utile.

III.

Un Moulin horizontal, proposé par le sieur Bourrier, Machiniste ordinaire de S. M. le Roi de Pologne Duc de Bar : ce moulin a, comme les moulins à la polonoise, le grand avantage d'être toujours tourné au vent de quelque côté qu'il vienne ; le passage de l'aile de la position verticale où elle prend le vent, à la situation horizontale où elle cesse de le prendre, s'y fait avec beaucoup de douceur & de facilité. Quoique cette construction ne paroisse pas pouvoir être appliquée sans inconvénient aux moulins ordinaires, à cause de la longueur de leurs ailes, qui, en faisant plier les volans, gêneroit leur mouvement, on a cru qu'elle pouvoit être très-bien appliquée dans tous les cas où la longueur des volans seroit médiocre ; comme lorsqu'il s'agira de faire mouvoir un ventilateur ou une petite pompe, cette espèce de moulin n'exigeant d'autre soin que celui de proportionner la toile des ailes à la force du vent.

IV.

Un nouvel Instrument de musique à

clavier, monté en cordes à boyau, présenté par M. le Gay : les cordes y sont assujetties sur un cylindre creux qui en fait le corps, & elles sont mises en jeu par une roue de bois garnie de crin à sa circonférence, qu'on fait aller avec le pied & qui leur sert d'archet à peu-près comme la roue d'une vielle, mais avec cette différence que les cordes de la vielle portent toujours sur la roue, au lieu que celles du nouvel instrument n'y portent que quand une petite pièce, qui répond au clavier, les oblige de s'en approcher lorsqu'on baisse la touche qui répond à chaque corde, ce qui donne la facilité de tirer des sons plus ou moins forts. L'auteur a joint à cette machine un clavier de pédale, qui va par les mêmes moyens, & un second clavier, qui répond à un autre jeu de cordes à boyau, placé sur le même corps d'instrument, & dont il tire le son, non en se servant de la roue, mais au moyen de sautereaux garnis, au lieu de plume; d'un petit morceau de cuir dur, ce qui produit un son assez approchant de celui du tiorbe ou de la guitare; l'harmonie de cet instrument est agréable & ressemble à un concert de parties de viole; elle peut même être extrêmement variée

346 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

par les différentes manières de toucher le clavier : cet instrument a paru ingénieux & mériter les efforts que l'auteur est dans le dessein de faire , pour lui donner toute la perfection dont il est susceptible.

V.

Une nouvelle manière , proposée par le sieur Challier, Maître Aquebusier , d'affujettir sur le fût la platine des armes à feu , & sur-tout celle des fusils de chasse , au moyen de laquelle on peut , en pressant un bouton , ôter en un instant la platine entière & la remettre avec la même promptitude. On sent assez l'avantage de cette construction , tant pour mettre la platine à l'abri , en cas de pluie , que pour prévenir des accidens qui n'arrivent que trop souvent ; un fusil étant absolument hors d'état de tirer quand il est privé de sa platine , qu'on peut lui rejoindre toujours en un instant lorsqu'on voudra le mettre en état de servir.

VI.

Des Rames à l'usage des galères & des vaisseaux , proposées par M. Babut : elles sont placées verticalement hors du vaisseau ; elles se meuvent parallèlement à la quille , pour donner le coup de

rame, & ensuite perpendiculairement à cette même quille, pour se relever & sortir de l'eau par leur tranchant. Comme on peut les faire aisément plonger plus ou moins, on peut, en augmentant le nombre des rameurs, augmenter leur force ; ce qui ne se peut avec les rames des galères, dont on raccourcit la partie intérieure en augmentant l'extérieure : les rameurs ne s'embarasseront point & travailleront tous également ; on peut même en placer dans la calle qui agiront utilement en halant des cordages. Cette invention a paru mériter qu'on en fit des expériences en grand, pour en évaluer plus précisément les avantages & pour en connoître & en corriger les défauts.

VII.

Des nouveaux Caractères d'Imprimerie pour la Musique, inventés & exécutés par M. Fournier le jeune. Il a paru, par les différentes épreuves que l'Auteur en a présentées, que ces caractères donnoient à l'impression de la Musique cette force & cette netteté que la seule gravure en taille-douce avoit pu jusqu'ici lui donner ; & qu'on n'avoit encore jamais pu obtenir en France avec les

caractères fondus , quoique les Allemands eussent déjà fait en ce point de grands pas vers la perfection : ces caractères ont paru devoir être d'autant plus utiles , qu'en conservant à la Musique toute la force & la netteté de la gravure , ils en diminueront considérablement le prix.

VIII.

Une machine à battre le blé , présentée par M. de Malassagny : cette machine exécute l'opération proposée , au moyen de pilons garnis par enbas d'empattemens cannelés , & qui étant successivement élevés par les mentonnets d'un arbre qu'on fait tourner comme dans les moulins à poudre ou à foulon , frappent le blé par leur chute. Le bâtis sur lequel tout est porté , est mobile sur des roulettes & se peut transporter en avant , en arrière & latéralement , pour battre par ce moyen tout le blé qui est étendu sur l'aire. Quoique les pilons ne puissent pas donner cette espèce de coup de fouet que le blé reçoit du fléau , cependant on a cru que cette machine devoit faire au moins un effet égal à celui des pieds des bestiaux , qui dans bien des endroits sont les seuls agens qu'on emploie pour

battre le blé, & elle a paru très-propre à produire l'effet qu'on en peut attendre, sur-tout lorsqu'elle aura été simplifiée, comme l'auteur se le propose & comme elle en est susceptible.

LE Parlement ayant fait l'honneur à l'Académie de lui demander son avis sur les Lettres patentes obtenues par le sieur Mellawits, par lesquelles le Roi lui accorde la permission d'argenter par fusion toutes sortes d'ouvrages de cuivre suivant sa méthode, approuvée par l'Académie; sur celles obtenues par le sieur Durand, Maître Serrurier à Paris, pour l'établissement d'une machine propre à tailler des limes de toute espèce & de tout calibre, & à retailer celles qui sont usées; & sur celles obtenues par les sieurs Vidal, père & fils, Defaubus & Ferrand, portant permission de fabriquer ou de faire fabriquer des ouvrages d'un métal de leur composition, imitant la blancheur de l'argent, & d'en établir la vente & le débit: la Compagnie a trouvé que le procédé du sieur Mellawitz pour argenter le cuivre, étoit très-différent de celui qui est en usage, qu'il pouvoit être fort avantageux au Public,

& qu'il étoit à souhaiter que cette méthode s'établît dans le Royaume (1) : Que la machine proposée par le sieur Durand , pouvant être très-facilement montée pour différentes sortes de tailles, depuis la plus grosse jusqu'à la plus fine , au moyen de différentes étoiles que l'on change aisément , épargnant d'ailleurs une main - d'œuvre considérable , en taillant à la fois huit gros carreaux par l'action d'un seul homme sur une manivelle , elle pouvoit être utilement employée : Et qu'enfin le métal des sieurs Vidal , Defaubus & Ferrand , étant connu par les expériences que l'Académie en a précédemment faites , il n'y a aucune raison de s'opposer à l'enregistrement de leurs Lettres patentes, pourvu qu'il leur soit défendu de faire de ce métal aucuns vaisseaux ni ustensiles servant à l'usage des alimens & de la boisson.

DANS le nombre des Pièces qui ont été présentées cette année à l'Académie , elle a jugé les quinze suivantes

(1). Voyez *Histoire* 1756.

dignes d'avoir place dans le Recueil de ses Ouvrages qu'elle fait imprimer.

Sur la manière de fondre, avec plus d'économie que par la méthode ordinaire, les Mines de fer de toute espèce. Par M. de Grignon, Maître de Forge à Bayard.

Observations sur un banc de terre crétacée & de pierres branchues qui est aux environs de Riom. Par M. du Tour, Correspondant de l'Académie.

Sur la Comète qui a paru en 1760 dans la constellation du Lion. Par le Père Pézenas, Professeur royal d'Hydrographie & Directeur de l'Observatoire de la Marine à Marseille, Correspondant de l'Académie.

Sur la congélation & la concentration du vinaigre radical. Par M. le Marquis de Courtenvaux.

Sur l'Éther marin, par le même.

Observations astronomiques faites à Toulouse. Par M. d'Arquier, de l'Académie royale des Sciences & Belles-Lettres de Toulouse, Correspondant de l'Académie.

Observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, observé à Paris à l'Hôtel de Cluny, avec des remarques sur cette Observation & sur la théorie de Vénus. Par M. Messier.

352 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

Observation de l'Éclipse de Lune, du 8 Mai 1762, faite à Bayeux. Par M. l'abbé Outhier, Correspondant de l'Académie.

Observation de l'Aurore boréale de la nuit du 22 au 23 Mai, faite à Paris. Par M. Messier.

Observations de la Comète qui a paru au mois de Mai 1762, faites à l'Hôtel de Cluny. Par le même.

Observations de l'Éclipse de Lune du 8 Mai 1762, faite à Rouen. Par M. Bouin, Correspondant de l'Académie.

Sur des Pierres trouvées dans la vessie d'un bœuf. Par M. Bourgelat, Correspondant de l'Académie.

Sur la fabrique de la Colle de poisson en Russie. Par M. Muller, Secrétaire de l'Académie Impériale de Pétersbourg, Correspondant de l'Académie.

Observation des trois Éclipse arrivées en 1762, faite à Leyde. Par M. Lulofs, Correspondant de l'Académie.

Observation de l'Éclipse de Lune du premier Novembre 1762, faite à Rouen, par M. Bouin, Correspondant de l'Académie.



L'ACADÉMIE avoit proposé pour le sujet du Prix de 1762 ; *Si les Planètes se meuvent dans un milieu dont la résistance produise quelque effet sensible sur leur mouvement !*

Elle a adjugé ce Prix à la Pièce n°. 6 , qui a pour devise :

Quá vi per faciles volvantur sidera Calos ,
dont l'Auteur est M. l'abbé Bossut , Professeur royal de Mathématiques de l'École du Génie à Mézières , & Correspondant de l'Académie.

Celle qui a paru en approcher davantage est la Pièce n°. 1 , qui a pour devise :

*Hæc super imposuit liquidum & gravitate carentem
Æthera nec quidquam terrenæ facis habentem.*

L'Académie à cru pouvoir citer cette Pièce avec éloge , comme remplie d'excellentes recherches.

Celle qui a paru approcher davantage des deux précédentes , est la Pièce n°. 2 , dont la devise est :

..... *Cursus
Æthereos patitur vastum per inane moveri.*



E L O G E

DE M. L'ABBÉ DE LA CAILLE.

NICOLAS-LOUIS DE LA CAILLE ;
 Professeur de Mathématiques au Col-
 lège Mazarin , des Académies Royales
 des Sciences de Paris , de Pétersbourg ,
 de Bologne & de Gottingue , naquit à
 Rumigny , près de Rosoy en Tiérache ,
 le 15 Mars 1713 , de Nicolas-Louis de
 la Caille & de Barbe Rubuy , tous deux
 alliés à plusieurs familles anciennes &
 distinguées du Laonnois. Son père avoit
 servi d'abord dans la compagnie des
 Gendarmes de la Garde , & fait ensuite
 plusieurs campagnes dans l'Artillerie ;
 ce fut dans une de ces dernières qu'il
 eut occasion d'être connu de M. le Duc
 de Bourbon , père de M. le Prince de
 Condé ; ce Prince , qui avoit pris beau-
 coup de goût pour lui , lui procura à la
 paix la place de Capitaine des chasses
 de Madame la Duchesse de Vendôme
 à Anet ; ce fut alors qu'une vie plus
 tranquille , soutenue d'un peu d'aisance ,
 lui permit de se livrer au goût qu'il
 avoit pour les Sciences , & qu'ayant

ses vues du côté de l'Astronomie ; la difficulté de s'instruire sans Maître , sans livres , sans instrumens , le secret qu'exigeoit cette espèce d'étude absolument étrangère à celles auxquelles le lieu qu'il habitoit étoit consacré , en un mot , tous les obstacles qu'il rencontra ne purent refroidir son ardeur ni lui faire abandonner son projet , & je puis assurer qu'en 1736 , il étoit déjà prodigieusement avancé ; car ayant su que je demurois dans son voisinage , il me fit l'honneur de me venir demander mes conseils. Je fus étonné de voir jusqu'où il avoit pu aller seul & sans secours ; mais comme je devois incessamment partir pour un voyage de plusieurs mois , je ne pus que lui donner des conseils généraux , & je l'exhortai à s'adresser à feu M. Cassini.

Ce célèbre Astronome n'eut pas de peine à reconnoître les talens de M. l'abbé de la Caille , & pour être plus à portée de les cultiver , il le prit avec lui à l'Observatoire. Avec l'amour que le jeune homme avoit pour l'Astronomie & les secours qu'il trouva dans cette excellente école , il ne tarda pas à devenir un habile Astronome , & bientôt il fut en état de partager avec M. de Thuri

le travail de la Méridienne qui, passant par l'Observatoire, traverse du nord au sud tout le Royaume. Il fut occupé de cet ouvrage pendant près de trois années ; on ne sauroit croire combien son exactitude dans les opérations & son infatigable assiduité au travail y procurèrent d'avantages : nos Histoires en ont fait mention , & il eût probablement continué de s'y livrer avec la même ardeur, si une circonstance trop honorable à sa mémoire pour être passée sous silence , ne l'en eût rappelé en 1738.

La Chaire de Mathématiques du Collège Mazarin se trouva vacante ; M. l'abbé de la Caille étoit alors jeune & sans aucun titre qui pût suppléer à l'âge ; il étoit absent quand la chaire vauqua ; & quand il auroit été à Paris , ceux qui l'ont connu ne seront pas surpris lorsque j'avancerai qu'il ne l'auroit jamais demandée ; mais sa réputation, déjà plus étendue qu'il ne pensoit , sollicita pour lui & lui fit déferer cette place , autrefois occupée par le célèbre M. Varignon , dont il se trouva en quelque sorte le successeur à l'âge de vingt-cinq ans.

Dès qu'il en fut revêtu , il tourna toutes ses vues vers cet objet, dont il

358 HISTOIRE DE L'ACAD. ROY.

connoissoit l'importance. Pour ménager, autant qu'il étoit possible, le temps destiné à l'instruction de ses élèves, il composa des Leçons élémentaires de Mathématique, dont il fit imprimer la première partie en 1741 & les autres successivement : ces Leçons sont extrêmement abrégées, elles supposent les explications de vive voix, qui en devoient être comme l'ame : on pourroit les regarder comme des espèces de cahiers imprimés, dont il seroit bien à souhaiter que l'usage s'introduisît dans toutes les Écoles, on y gagneroit un temps précieux, inutilement perdu à transcrire des leçons qu'on pourroit se procurer aisément par cette voie.

L'occupation que fournissoit à M. l'abbé de la Caille son nouveau ministère, ne lui avoit rien fait perdre de son goût pour l'Astronomie ; il s'étoit procuré au Collège Mazarin même un observatoire solide & commode, & il l'avoit garni d'excellens instrumens : c'étoit-là qu'il se délassoit des travaux de sa place, par les observations les plus délicates & les plus assidues. Bientôt ces plaisirs devinrent des devoirs : l'Académie n'hésita pas à s'attacher un sujet qui promettoit un avenir si brillant ; & il y obtint,

le 3 de Mai 1741 une place d'Adjoint-Astronome, de laquelle il passa peu d'années après à celle d'Associé.

Il ne tarda pas à faire voir combien il étoit digne du choix de l'Académie; il donna dès la même année un Mémoire sur l'application du calcul des différences à la Trigonométrie sphérique. Roger Cotes, célèbre Géomètre anglois, avoit donné sur cette matière en 1716 un Ouvrage, intitulé *Æstimatio errorum in mixtâ Mathesi*; mais ce Livre, d'ailleurs assez rare, étoit très-difficile à entendre. M. l'abbé de la Caille tira de cet Ouvrage tout ce qui pouvoit avoir rapport à l'Astronomie; il l'éclaircit, il en rendit les formules plus générales, & il eut l'art de les réduire aux simples analogies du calcul trigonométrique. Par ce moyen, si familier aux Astronomes, on peut, en faisant successivement varier les angles & les côtés, reconnoître sûrement ce qu'on peut avoir à craindre de chaque erreur possible.

Les étoiles, dont le mouvement est très-lent, servent pour ainsi dire aux Astronomes de points de reconnoissance, auxquels ils comparent les mouvemens des Planètes & des Comètes: rien n'est donc plus important que de fixer exac-

tement la position de ces points & d'en augmenter le nombre , ou , ce qui est la même chose , d'en construire un Catalogue exact & complet : pour y parvenir , M. l'abbé de Caille imagina de partager toute l'étendue du ciel visible en bandes parallèles à l'Équateur , dont la largeur n'excède pas la largeur du champ d'une lunette de huit pieds. Il détermine avec tout le soin possible , par les règles ordinaires , la position de deux ou trois des plus belles étoiles comprises dans chaque bande. Cela fait , en fixant la lunette dans quelque endroit , de manière qu'une des étoiles du milieu d'une bande parcoure un de ses fils , cette lunette devient un instrument suffisant pour déterminer la position de toutes les étoiles de cette bande , & il est évident qu'on ne peut , par ce moyen , omettre aucune des étoiles de cette bande , qui passent nécessairement toutes par l'ouverture de la lunette , & que la même opération , répétée autant de fois qu'il y a de bandes dans l'étendue du Ciel , donnera , sans aucuns autres instrumens qu'une lunette & une pendule , un Catalogue des étoiles visibles aussi exact & aussi complet qu'il soit possible de l'avoir. Nous verrons bientôt quel

quel parti il a su tirer de cette méthode si simple & si facile.

Il possédoit en effet l'art précieux de simplifier les méthodes & de faciliter la solution des problèmes les plus difficiles. On a de lui un moyen si facile de déterminer la position de l'apogée du Soleil ou du point où il est le plus éloigné de la Terre, qu'on a lieu d'être étonné qu'il ne se soit pas présenté le premier. Il avoit remarqué que le grand axe de l'ellipse étoit la seule ligne passant par le foyer qui partageât l'ellipse en deux également, & que les inégalités du mouvement de la planète étoient de chaque côté les mêmes avec des signes contraires; d'où il suit que cette ligne est la seule qui détermine deux points, tels que la planète mette autant de temps à aller d'un de ces points à l'autre qu'elle en met à retourner de ce second au premier; il tire de-là un moyen extrêmement facile d'avoir la position de l'apogée, en examinant avec soin les deux points éloignés de six signes, entre lesquels le mouvement du Soleil a été précisément égal de part & d'autre, & il fait voir par des raisonnemens astronomiques & par des exemples, que ce moyen est susceptible dans la pratique

Hist. 1762. Tome I.

Q.

d'une précision au moins égale à celle des méthodes qui avoient paru jusqu'alors.

Un autre Ouvrage de M. l'abbé de la Caille, aussi utile qu'aucun de ceux dont nous venons de parler, est le Mémoire, ou, pour parler plus juste, le Traité des Projections astronomiques, qu'il donna à l'Académie en 1744. On fait depuis long-temps de quel usage sont dans l'Astronomie ces représentations régulières de la sphère sur un plan, qu'on nomme *projections*; on avoit à la vérité des règles sûres pour les former, mais ces règles changeoient suivant la différente position qu'on donnoit à l'œil, & lorsqu'on les vouloit appliquer aux Éclipses de Soleil & des étoiles par la Lune, on étoit obligé de négliger plusieurs élémens, dont le calcul auroit rendu la méthode impraticable si on y avoit eu égard. M. l'abbé de la Caille rappelle toutes ces projections à une règle commune, susceptible de représenter tous les élémens avec la plus grande rigueur, & à laquelle le calcul s'applique avec une facilité merveilleuse. C'est gagner beaucoup en Astronomie que de diminuer la difficulté des calculs lorsqu'on ne peut en diminuer la quan-

tité. Il applique ces mêmes règles avec des exemples raisonnés , au calcul des éclipses de Soleil & de celles des Étoiles par la Lune , & enfin à la correction des Tables ; tous objets importans sur lesquels influe considérablement la facilité de sa méthode.

On avoit depuis long-temps imaginé de calculer la route des Comètes , dans un orbe parabolique qui diffère effectivement très-peu de l'orbe elliptique très-alongé , dans lequel elles font réellement leur cours , du moins pour la petite partie de ce cours qu'il nous est donné d'observer : ce calcul étoit infiniment plus simple , que si l'on eût pris la véritable figure de l'orbite ; mais , malgré cette plus grande simplicité , il restoit encore bien des difficultés à vaincre ; il donna , en 1746 , une méthode si facile de calculer le cours d'une Comète , en supposant son orbite parabolique , qu'en employant un petit nombre d'observations & seulement six fausses positions , le calculateur le moins exercé , peut en moins d'une demi-heure en déterminer tous les élémens , & reconnoître si elle n'est pas une de celles qui ont été précédemment observées ; il y indique les attentions nécessaires dans le

Q 2

choix des observations , pour assurer le succès de cette recherche ; & pour ne rien laisser à desirer sur cette matiere , il en donna l'année suivante un exemple très-détaillé : donner à une méthode utile un degré de facilité considérable dont elle ne jouissoit pas , c'est souvent rendre un aussi grand service , que d'en inventer une nouvelle.

Tant d'ouvrages , & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention , produits en si peu de temps , suffisoient certainement pour mettre la gloire de M. l'abbé de la Caille en sûreté ; mais ce n'étoit pas la gloire qu'il cherchoit , c'étoit le progrès de l'Astronomie ; l'envie d'y contribuer le porta à entreprendre un voyage au cap de Bonne-Espérance , dans la vue d'y vérifier , par des observations concertées avec les Astronomes de l'Europe , plusieurs élémens importans , comme les parallaxes du Soleil , de la Lune & de quelques planètes , l'obliquité de l'Écliptique , &c. & de profiter de la situation de ce lieu placé à plus de 34 degrés de latitude méridionale , pour observer la position des étoiles du ciel austral , & compléter le catalogue auquel il travailloit

depuis long-temps. Ce projet de voyage fut approuvé de l'Académie & adopté par le Ministère ; & M. l'abbé de la Caille s'embarqua le 21 Novembre 1750, sur les Vaisseaux de la Compagnie des Indes, pour se rendre au cap de Bonne-Espérance, muni de tous les instrumens nécessaires, des recommandations les plus pressantes & des ordres les plus précis du gouvernement Hollandois. Quelqu'intéressant que puisse être le récit de son voyage, nous ne répéterons point ici ce que nos Histoires en ont publié dans le temps ; mais ce que nous ne pouvons passer sous silence, c'est l'accueil qu'il reçut de M. Tulbagh, commandant du Cap, qui se fit un devoir de lui procurer tout ce qui pouvoit contribuer au succès de ses opérations, & les marques d'estime & d'amitié qu'il reçut de plusieurs autres Officiers & habitans qui s'empressèrent non-seulement de le favoriser, mais encore de le seconder dans l'occasion : l'Académie a cru, qu'au hasard même d'une redite, elle devoit leur renouveler ici le témoignage public de sa reconnoissance.

M. l'abbé de la Caille trouva au cap de Bonne-Espérance, comme il l'avoit bien prévu, un climat dans lequel on

jouit pendant des intervalles de temps très-considérables , d'une sérénité d'air capable d'inviter à observer , des Astronomes moins zélés que lui ; mais il éprouva bientôt un inconvénient qu'on n'auroit pas aisément deviné , ce ciel si ferein ne l'est , du moins quant aux observations , qu'en apparence , & dès que le vent de sud-est souffle , ce qui arrive pendant près de la moitié de l'année, les astres éprouvent une augmentation de diamètre & un sautellement qui , joints à l'incommodité causée par la violence du vent , ne permettent presque pas de déterminer leur position. L'adresse de M. l'abbé de la Caille , & pour tout dire aussi , l'habitude extrême d'observer , qu'il avoit acquise , lui donnèrent bientôt le moyen de surmonter cette difficulté ; des lunettes plus courtes rendirent le sautellement moins sensible , & la manière de les mettre à l'abri du vent , acheva de faire disparaître un inconvénient qui auroit pu faire perdre à un Astronome moins intelligent , la plus grande partie du fruit de son voyage ; il s'appliqua donc sans relâche à déterminer la position des étoiles du ciel austral , & on ne l'accusera certainement pas d'y avoir perdu son temps ,

quand on saura que , dans deux années de temps il en avoit déterminé plus de neuf mille huit cents , dont il a déposé le catalogue dans la bibliothèque de l'Académie : richesse immense pour l'Astronomie , & qui passe de bien loin tout ce qui avoit été fait sur cette matière ; il s'en falloit bien que toutes ces étoiles fussent comprises dans le petit nombre de constellations australes qu'on connoissoit ; M. l'abbé de la Caille étoit en droit de les rassembler sous des figures qui puissent être un monument de son voyage & de ses travaux , son extrême modestie ne lui permit pas d'user de ce droit ; il avoit consacré son voyage à l'utilité des Sciences , il leur consacra de même les nouvelles constellations qui ne portent d'autres figures & d'autre noms que ceux des instrumens des Sciences & des Beaux-Arts ; un oubli de lui-même si rare & si modeste , mérite bien d'avoir place dans cet éloge , & de former un monument à sa gloire. Jamais les hommes n'ont plus de droit d'y prétendre , que lorsqu'ils négligent de s'assurer eux-mêmes celle qui est due à leurs services.

Pendant ce même temps les observations nécessaires à déterminer les parallaxes , & dont les Astronomes d'Eu-

rope faisoient les correspondantes ; n'étoient pas oubliées ; mais M. l'abbé de la Caille voyant que tous les travaux qui avoient fait le principal objet de son voyage , n'avoient pas , graces à son activité , rempli le temps qui devoit s'écouler jusqu'à l'arrivée du vaisseau sur lequel il comptoit repasser en Europe , il employa ce temps qui lui restoit , à un ouvrage qui seul auroit pu servir de motif à son voyage , ce fut à mesurer un degré du méridien à la latitude du Cap ; on en avoit mesuré sous l'Équateur , sous le cercle polaire , en France & en plusieurs autres endroits de l'Europe ; mais on n'avoit aucun degré mesuré dans la partie australe du globe terrestre , & cette mesure est devenue d'autant plus importante , qu'elle semble indiquer que les parallèles de cette partie n'ont pas des rayons égaux à ceux des parallèles de latitude semblable du côté du nord : paradoxe bien singulier , mais qui mérite d'autant plus d'être éclairci , que le petit nombre de triangles qui ont été employés à cette mesure ; l'exactitude de M. l'abbé de la Caille , & l'habitude qu'il avoit acquise de ces sortes d'opérations , ne permettent guère de soupçonner une erreur

fenfible dans fes déterminations; ce fut à une occupation fi digne de lui, qu'il employa le temps qui s'écoula depuis la fin de fes observations, jufqu'à l'arrivée du vaiffeau.

Ce navire arriva effectivement, mais il apporta à M. l'abbé de la Caille, des ordres de paffer dans les îles de France & de Bourbon, pour en déterminer la fîtuation; il favoit, & l'on ignoroit encore en France, que la pofition de ces îles avoit été fixée avec la plus grande exaétitude par les observations que M. d'Après y avoit faites; il n'héfita cependant pas un moment à obéir aux ordres qui lui avoient été adreffés, montrant, par cet exemple, avec combien d'exaétitude on doit exécuter ceux qu'on reçoit du Souverain qui fôuvent peuvent avoir des motifs fecrets, très-différens de ceux qui paroiffent, & qu'on ne doit jamais effâyer de pénétrer; ce voyage retarda de plus de deux ans, le retour de M. l'abbé de la Caille, & nous ne le vîmes reparoître à nos Affemblées, qu'au mois de Juin 1754, rapportant de fon expédition, non les dépouilles de l'Orient, mais, s'il m'est permis d'employer cette expreffion, celle du ciel Austral, âvant lui prefque inconnu aux Aftrono-

Q;

mes, & que la finesse & l'infatigable assiduité de ses observations venoient de soumettre aux loix de l'Astronomie.

Aussitôt après son retour, M. l'abbé de la Caille se hâta de rendre compte à l'Académie de son voyage, dont elle a publié la relation en 1751 (1) ; mais comme il n'avoit, à proprement parler, qu'effleuré dans cette relation plusieurs des objets de ses recherches, il se réserva à les approfondir dans différens Mémoires qu'il lut par la suite.

De ce nombre sont ses observations sur les Nébuleuses australes qu'il distingue en trois espèces ; la première qui contient celles qui ne sont composées que d'un amas de lumière diffuse, blanchâtre & semblable à une Comète foible, sans queue ; la seconde composée d'étoiles assez voisines pour être confondues ensemble à la vue simple, mais qui paroissent séparées, dès qu'elles sont vues à la lunette ; la troisième enfin qui contient des étoiles véritables, mais entourées de cette nébulosité qui constitue seule la première espèce.

Ses recherches sur les réfractions Astronomiques, ne sont ni moins ingé-

(1) Voyez *Histoire* 1751.

nieuses , ni moins intéressantes ; il avoit remarqué pendant son séjour au Cap , que plusieurs étoiles qui passoient proche de son zénith , ne s'élevoient à Paris que de peu de degrés , & que d'autres au contraire très-voisines du zénith à Paris , paroissoient au Cap très-proches de l'horizon ; il est certain qu'en faisant abstraction de la réfraction , les hauteurs des mêmes étoiles observées dans les deux endroits , devoient n'avoir d'autre différence de hauteur que celle de la latitude , & que celle qui s'y trouvoit de plus , étoit égale à la somme de la réfraction au Cap & à Paris : il ne s'agissoit donc plus que de partager cette somme pour avoir la réfraction absolue à la hauteur où l'étoile avoit été observée dans chaque endroit ; M. l'abbé de la Caille enseigne dans son Mémoire à faire ce partage ; il avoit trouvé de plus que les différentes densités de l'air faisoient varier sensiblement la réfraction , c'en fut assez pour l'engager à construire une table de réfractions , composée de deux parties ; la première exprime la réfraction moyenne , due à chaque degré , & la seconde indique pour chaque ligne de la variation du baromètre , & pour chaque degré du thermomètre , ce

qu'on doit ajouter ou retrancher à la réfraction moyenne , pour avoir la véritable ; il finit ce Mémoire par examiner sur ce principe toutes les tables de réfraction déjà connues , dont il fait une espèce de critique : jamais peut-être n'avoit-on porté l'exactitude si loin sur cette matière.

La comparaison de ses observations pour les parallaxes du Soleil , de la Lune , de Mars & de Vénus avec celles qu'avoient faites , de concert avec lui , les Astronomes de l'Europe , & dont il a rendu compte dans plusieurs Mémoires , est un modèle achevé des discussions astronomiques de cette espèce : on ne croiroit qu'à peine qu'on pût atteindre à une si grande précision ni évaluer avec autant d'art les petites erreurs dont les Observations ont pu être susceptibles & que la finesse de ses recherches lui fait comme deviner ; & pour laisser aux Astronomes le moyen d'en tirer toute l'utilité possible , il a donné tout au long les calculs sur lesquels ses déterminations sont fondées : il en résulte qu'en prenant un milieu entre toutes , la parallaxe horizontale du Soleil est de $9'' \frac{1}{2}$, celle de la Lune , dans ses moyennes distances , de $56' 56''$; celle de Mars , en oppo-

sition, de 29" ; & celle de Vénus de 38". Ces déterminations si importantes pour l'Astronomie , sont un des fruits du Voyage de M. l'abbé de la Caille.

Un autre fruit du même voyage , dont l'utilité est encore plus immédiate , est l'Ouvrage qu'il a donné sur la manière de trouver les Longitudes en mer , par le moyen de la Lune : le mouvement de cette Planète est si prompt que deux Observateurs , placés sous des méridiens différens , ne la voient pas au même point du ciel , la Lune ayant avancé depuis son passage par le méridien du premier endroit , jusqu'à ce qu'elle soit arrivée au second ; mais quoique cette différence soit sensible , elle n'est pas néanmoins fort grande ; elle n'est guère en nombres ronds que de 2 minutes par degré de longitude , quantité dont la plus grande partie pourroit être absorbée , tant par les erreurs qu'on commettrait en observant le lieu de la Lune , que par celles des Tables. M. l'abbé de la Caille , qui , pendant toute la traversée , avoit employé cette méthode , & presque toujours avec succès , donna à son retour un Mémoire sur ce sujet , dans lequel il examine les différentes manières d'observer en mer le lieu de la Lune , ou ,

pour parler plus juste , de le déduire des observations , & le degré de précision dont chacune de ces méthodes est susceptible ; il y ajoute même en faveur de ceux auxquels la Trigonométrie sphérique ne seroit pas familière , une manière de déduire , par une opération graphique , le lieu de la Lune des observations , sans avoir à craindre d'erreur considérable ; & il résulte de tout cet ouvrage , qu'avec le degré de perfection auquel a été portée , de nos jours , la théorie de la Lune , un Observateur exercé à ce genre d'opération , peut obtenir la Longitude en mer à vingt-cinq ou trente lieues marines près , avantage très-grand pour la Navigation , & qui peut augmenter encore à mesure que les méthodes se perfectionneront.

Au milieu de toutes ces occupations , M. l'abbé de la Caille n'avoit pas perdu de vue ses recherches sur la théorie du Soleil ; il savoit que cette théorie étoit d'autant plus importante , que les lieux apparens des planètes sont toujours affectés de l'inégalité qu'y apporte le mouvement de la Terre ; il avoit donné avant son départ deux Mémoires sur ce sujet , il fit enfin paroître en 1757 , un Ouvrage intitulé , *Astronomia fonda-*

menta. Ce Livre , fruit de plus de dix années d'observations & de calculs , a pour but de déterminer avec la plus grande précision les lieux du Soleil & la position des plus belles étoiles du ciel , & principalement de celles qui , étant plus voisines de l'écliptique , sont par cela même plus propres à y rapporter les mouvemens des corps célestes : il y donne toutes les Tables nécessaires pour dépouiller les mouvemens des Astres de toutes les inégalités qui leur sont étrangères , il y rapporte ses observations du Soleil & des principales étoiles , toujours comparées à la claire de la Lyre & à *Sirius* ; & les précautions qu'il a prises pour en assurer l'exactitude , il les avoit poussées jusqu'au point de ne conclure presque jamais les passages par le méridien que de douze ou quatorze hauteurs correspondantes , prises devant & après ce passage , travail capable seul d'effrayer ceux qui n'ont jamais éprouvé ce que l'amour des Sciences peut faire entreprendre. Ce sont ces observations si délicates qui servent de fondement à la détermination des élémens de la théorie du Soleil ; & il termine cet Ouvrage par les observations de la distance du Soleil au zénith , faites au cap de Bonne-espé-

rance & à l'île de France , & par une Table de cent cinquante ascensions droites du Soleil , déduites de ses observations.

Cet Ouvrage ne précéda que d'un an la publication de ses Tables du Soleil ; il en avoit posé , pour ainsi dire , les fondemens dans l'Ouvrage précédent : il emploie dans celui-ci ces élémens avec la plus grande attention ; car il y pousse le calcul jusqu'aux dixièmes de secondes , exactitude qui , jusqu'alors , avoit été inutile , à cause de l'imperfection des Tables , & qui ne cesse de l'être que par la précision de celles-ci. Il en a extrêmement facilité le calcul , en multipliant les époques & les Tables des moyens mouvemens , & en construisant les Tables d'équation de 10 minutes en 10 minutes ; il y a joint des Tables de tous les petits dérangemens que les actions de Jupiter , de Vénus & de la Lune peuvent produire dans le mouvement du Soleil ; enfin , il y a augmenté de trois chiffres les logarithmes de la distance du Soleil à la Terre. Cet Ouvrage , fait avec tant de soin & de travail , mérite d'autant plus d'éloges , qu'il devient pour l'avenir une base certaine de tous les calculs , & un témoignage

authentique de ce que l'Astronomie doit aux travaux de M. l'abbé de la Caille & à ceux de l'Académie.

La célèbre Comète de 1759 étoit un phénomène trop intéressant pour que M. l'abbé de la Caille pût négliger de l'observer ; il l'observa en effet avec son exactitude ordinaire, & donna à l'Académie non-seulement ses observations, mais encore les élémens de la théorie de cette Comète qui en résultaient : il observa de même les deux qui parurent en 1760, dont il détermina aussi l'orbite & les élémens ; mais il ajouta à la théorie de celle qui parut au mois de Janvier 1760, un morceau trop intéressant pour être passé sous silence. La vitesse apparente de cette Comète avoit été si grande que le 8 Janvier, jour auquel elle fut apperçue, elle parcourut en 24 heures environ 40 degrés ; à l'occasion de cette prodigieuse vitesse, qui avoit persuadé à beaucoup de personnes que la Comète avoit passé bien plus près de la Terre que la Lune, il fit voir dans son premier Mémoire qu'une Comète rétrograde pouvoit encore avoir un mouvement apparent plus rapide, en supposant seulement qu'elle passât à peu-près à la dis-

tance de la Lune à la Terre ; qu'il étoit possible , en ce cas , qu'elle parût aller aussi vite dans le ciel qu'un homme qui iroit à très-grand pas sur le Pont-neuf paroîtroit aller à un spectateur placé sur le Pont-royal , espèce de paradoxe astronomique , que les démonstrations de M. l'abbé de la Caille prouvent cependant avec la plus grande certitude.

On n'imagineroit pas aisément qu'avec la multitude d'Ouvrages fortis de sa plume , il trouvât encore le moyen de travailler à ceux des autres , c'est cependant ce qu'il a fait plusieurs fois. Le P. Feuillée avoit été envoyé en 1724 aux Canaries , pour déterminer plus précisément la position du premier méridien à l'égard de celui de Paris , & il avoit déposé à l'Académie la relation de son voyage , qui étoit un assez gros in-folio ; mais ce Père n'avoit corrigé ses observations que d'après les élémens connus de son temps. M. l'abbé de la Caille en a refait tous les calculs d'après les élémens connus aujourd'hui ; il a supprimé tout ce qui n'intéressoit ni la Géographie ni l'Astronomie , & a donné tout l'essentiel de ce voyage en un seul Mémoire , auquel il a joint une Carte de ces îles.

L'Académie possédoit encore un trésor

de cette espèce dans les Journaux du voyage de M. de Chazelles dans le Levant, où il avoit été envoyé par ordre du Roi. Comme il étoit mort sans avoir pu mettre en ordre tous ses papiers, ils étoient demeurés en quelque sorte inutiles : M. l'abbé de la Caille entreprit de les débrouiller ; il en fit un extrait fidèle, auquel il joignit la notice de quelques autres Ouvrages du même Académicien, que l'Académie avoit en manuscrit : cet extrait & cette notice sont imprimés dans ce Volume.

Ce même Volume contiendra encore l'histoire d'un pareil travail de M. l'abbé de la Caille : M. le Duc de Laval trouva à Cassel le Recueil manuscrit des Observations de Guillaume, Landgrave de Hesse ; le zèle qu'il avoit pour l'avancement des Sciences, l'engagea à remettre ce précieux dépôt à l'Académie : ce fut encore un surcroît d'occupations pour M. l'abbé de la Caille, qui les examina toutes & en donna la notice la plus détaillée. La notice d'un Ouvrage de cette espèce est presque aussi utile que l'Ouvrage même, quand il est dans un dépôt où l'on peut le consulter à toute heure.

Nous avons dit dans l'Eloge de M.

Bouguer, que son *Traité d'Optique* sur la gradation de la lumière n'avoit été donné à l'impression que très-peu de jours avant sa mort, M. l'abbé de la Caille, qui avoit toujours été uni avec lui des liens de l'estime & de l'amitié, prit de cet Ouvrage, demeuré posthume, le soin le plus assidu, & c'est à ce soin que le public en doit la publication : il a encore depuis donné une seconde édition abrégée du *Traité de Navigation* du même auteur, dans laquelle il avoit rangé les Tables de sinus & de logarithmes dans une forme si commode, que le public Mathématicien a désiré de les avoir séparées & qu'on en a tiré beaucoup d'exemplaires à part. Il avoit offert de seconder M. de l'Isle dans le travail du Dépôt de la Marine, & cela dans la seule vue d'être utile & sans demander aucune récompense : ce zèle si désintéressé lui attira de M. de Machault alors Ministre de la Marine, la lettre la plus flatteuse & la plus honorable.

Tous ces travaux ne prenoient rien sur son activité dès que le bien de l'Astronomie ou celui de l'Académie exigeoient qu'il quittât ce Cabinet, dans lequel il étoit si utilement occupé. Lorsque l'Académie jugea à propos en

1756 (1), de faire mesurer la base de M. Picard , il fut un de ceux qui prirent le plus de part à cette laborieuse opération : les observations n'étoient jamais interrompues ; & indépendamment de celles qu'il communiquoit régulièrement tous les ans à l'Académie , il en faisoit encore d'autres relatives à son Catalogue d'étoiles : il dormoit à peine trois ou quatre heures dans de certaines nuits ; il a avoué à ses amis qu'une nuit du dernier hiver il avoit été trois heures de suite couché sur le dos pour observer des Étoiles proche du zénith , & qu'il s'apperçut seulement en se relevant qu'il avoit été saisi par le froid.

A la fin son tempérament , quoique robuste , succomba sous tant de fatigues ; il fut attaqué le vendredi 15 Mars dernier d'une fièvre maligne , de laquelle il mourut le 21 , après avoir donné toutes les marques de la piété sincère & solide qui avoit toute sa vie servi de règle à sa conduite.

Il étoit d'une taille au-dessus de la médiocre , sérieux & froid avec ceux qu'il ne connoissoit pas , mais se laissant aller avec ses amis à une gaieté douce

(1) Voyez *Histoire* 1756.

& tranquille , qui peignoit toute la sérénité de son ame : ami de la vérité presque jusqu'à l'imprudence , il osoit la dire en face , même au hasard de déplaire , quoique sans aucun dessein de choquer. On peut bien juger qu'avec ce caractère il étoit incapable d'aucun subterfuge ; il étoit extrêmement égal & modéré dans toute sa conduite & du désintéressement le plus parfait : il n'a jamais sollicité aucune grace ni fait un pas vers la fortune , il falloit , pour ainsi dire , qu'elle vînt elle-même le chercher ; aussi n'a-t-il pas eu souvent lieu de se louer de ses faveurs ; mais son extrême modestie & la modération de ses desirs lui tenoient lieu d'opulence , & il est peut-être plus aisé d'être heureux en retranchant les desirs inutiles qu'en travaillant à se mettre en état de les satisfaire. Son esprit étoit de la plus grande netteté , on auroit dit , lorsqu'il parloit , que les idées les plus abstraites venoient se ranger elles-mêmes dans son discours suivant l'ordre le plus méthodique. Le même ordre & la même clarté se trouvent dans ses Écrits ; il y joignoit la pureté du style , mais sans aucun ornement , & on n'y remarque aucune pensée brillante & recherchée ; ce n'est pas

qu'il n'eût été à portée d'y en répandre, il avoit une connoissance assez étendue des Belles-Lettres, & la fidélité de sa mémoire étoit telle, qu'il n'avoit presque rien oublié de ce qu'il avoit lû ou entendu, mais il ne profitoit pas de cet avantage pour orner ses Ouvrages : content d'exposer nettement ses pensées, il songeoit rarement à les embellir. Jamais homme ne fut plus fidèle ni plus exact à tous ses devoirs ; deux violens accès de goutte qu'il eut en 1760 ne purent l'empêcher de faire ses leçons au Collège Mazarin : personne n'étoit plus assidu que lui à nos Assemblées, ni plus exact à s'acquitter de tous les devoirs qu'impose la qualité d'Académicien. Il étoit Diacre, & la même piété qui l'avoit appelé à l'état ecclésiastique, l'avoit empêché de recevoir l'ordre de Prêtrise dès qu'il s'étoit vu lié à des fonctions qui auroient pu faire obstacle à celles qu'auroit exigées de lui ce ministère. En un mot, on peut dire qu'il a vécu aussi rempli de vertus que de savoir, & qu'il ne lui a manqué aucune des qualités qui caractérisent le parfait honnête homme, le digne Ecclésiastique, le grand Astronome & l'excellent Académicien.

É L O G E

D E M. H A L E S.

ETIENNE HALES, Docteur en Théologie, Aumônier de S. A. R. Madame la Princesse de Galles, & Membre des Académies Royales des Sciences de France & d'Angleterre, naquit dans le comté de Kent le 7 Septembre 1677, de Thomas Hales & de Marie Wood; sa famille étoit une des plus anciennes & des plus respectables du Comté, & son aïeul le Chevalier Hales de Beckersburne avoit été créé Baronet, titre le plus honorable que puisse porter un Gentilhomme Anglois qui n'est pas Pair du Royaume.

Il fit ses premières études dans la maison paternelle; elles n'avoient alors probablement pour but que le Ministère ecclésiastique, auquel on le destinoit & dans lequel il entra effectivement dans la suite; rien n'avoit encore donné lieu de reconnoître les talens qu'il avoit reçus de la Nature, ou si quelque chose avoit pu le faire soupçonner, ce n'avoit été que son assiduité à l'étude, & la justesse de son esprit, espèce de maturité précoce
qui

qui annonce presque toujours les talens supérieurs long-temps même avant qu'ils commencent à se développer.

Ses premières études étant finies, il fut envoyé à Cambridge à l'âge de dix-neuf ans, & inscrit pensionnaire au Collège de Christ. Ce fut là qu'il prit ses degrés & que son inclination pour l'étude des Mathématiques & de la Physique commença à se déclarer ; il s'y livra avec tant d'ardeur, que sans autre secours que son travail, il étoit parvenu à entendre assez bien le système de Copernic pour le représenter dans une espèce de planisphère, où les planètes étoient placées dans leur ordre naturel & faisoient leurs révolutions proportionnellement aux temps périodiques de leurs révolutions réelles, machine alors peu connue & qui s'est depuis extrêmement multipliée sous le nom d'*Orreri*, qu'elle a tiré du Comte de ce nom, ce Seigneur en ayant fait construire par M. Graham une des premières, & qui a servi de modèle à toutes celles qui ont été depuis faites en Angleterre ; nous disons en Angleterre, car il est certain que les planisphères mouvans de M. Roëmer la font remonter en France à

Hist. 1762. Tome I.

R

une date de beaucoup antérieure (1).
 Quoi qu'il en soit, il est bien certain
 que M. Hales n'en avoit alors aucune
 connoissance ; & que si nous ne pouvons
 lui attribuer entièrement la gloire de
 l'invention , on ne peut au moins lui
 en refuser le mérite.

Dans le même Collège de Christ, se
 trouvoit alors M. Stackley, aujourd'hui
 Docteur en Médecine , Membre du
 Collège des Médecins de Londres & de
 la Société Royale : la conformité de goût
 & de talent eut bientôt lié les deux jeunes
 gens d'une étroite amitié, & leurs plaisirs
 devinrent communs ; ils parcouroient
 tous les environs de Cambridge, pour y
 observer les plantes, les fossiles & les
 insectes ; leur guide, dans ces voyages,
 étoit le Livre de la Description des plantes
 qui naissent aux environs de Cambridge,
 par le célèbre M. Ray : ce guide, inca-
 pable de les égarer, quant à leur objet,
 les conduisoit souvent à de mauvais
 gîtes ; mais l'envie de s'instruire les fai-
 soit passer sur ces désagréments ; souvent
 ils ne trouvoient pour se désaltérer que
 de mauvaise biere aigre , M. Hales la

(1) Voyez *Histoire* 1686.

rendoit sur le champ potable, au grand étonnement de ses hôtes, en y faisant infuser de l'absynthe ou quelque autre plante amère : la connoissance des plantes commençoit déjà à le dédommager des peines qu'il prenoit pour l'acquérir.

A l'étude de la Botanique se joignit celle de la Chimie, & nos deux associés, non contents des leçons ordinaires de leur Professeur, répétoient en leur particulier plusieurs expériences de Boyle, & assistoient avec la plus grande assiduité aux opérations chimiques qui se faisoient au collège de la Trinité, dans un Laboratoire qui avoit servi à l'illustre Newton, & dans lequel même les Manuscrits de ce grand homme sur la Chimie avoient été brûlés par un fatal accident ; à voir l'ardeur avec laquelle M. Hales se livroit à ce travail, on eût dit qu'il se sentoît en état de réparer un jour cette perte.

L'Anatomie est une partie si essentielle de la Physique, qu'on peut bien juger qu'elle n'étoit pas négligée par les deux jeunes Physiciens. M. Hales y avoit fait des progrès si rapides, que peu content des moyens qu'on emploie ordinairement pour rendre sensibles les vésicules du poumon, il imagina une nouvelle

R 2

espèce d'injection , qui lui parut devoir faire un bien meilleur effet ; il adapta à la lumière d'un canon de mousquet , l'orifice de la trachée-artère d'un poulmon frais , & ayant mis le canon sur un brafier , il souffla pendant plusieurs heures dans ce poulmon un air chaud & sec , qui en dessécha toutes les membranes & les vésicules , en les tenant toujours dans l'état de distension ; alors il y coula du plomb ou de l'étain fondu médiocrement chaud , car on fait que ces métaux peuvent être rendus fluides par un degré de chaleur incapable de brûler même du linge ; le tout étant refroidi , il détruisit toutes les membranes par une longue macération , & il lui resta un bel arbre anatomique , qui , non-seulement représentoit exactement la figure de l'intérieur du poulmon , mais qui permettoit encore de mesurer sa capacité totale & celle de ses différentes cavités. Une idée si ingénieuse , & de laquelle les Ruyfch & les Winslow se feroient fait honneur , fut le fruit des réflexions d'un Élève en Anatomie. Quelles espérances ne donnoit-il pas déjà de ce qu'il devoit être un jour !

A voir les progrès étonnans que M. Hales avoit faits dans presque toutes les

parties de la Physique , on feroit tenté de se persuader qu'il avoit employé tout son temps à cette étude , on se tromperoit cependant ; l'application qu'il y avoit donnée n'avoit rien pris sur celle qu'il devoit à l'objet principal qui l'avoit amené à Cambridge , & il y avoit fait de tels progrès que ceux qui avoient la direction du Collège craignant qu'un tel sujet ne leur échappât , l'aggrégèrent à leur corps avant l'âge de vingt-cinq ans , & quoiqu'il n'y eût point alors de place vacante ; il prit successivement tous ses degrés , & peu de temps après fut nommé au doyenné d'Ely , tant sa réputation de savant Ecclésiastique étoit déjà établie ; la plupart des hommes ne réussissent qu'avec peine à se rendre habiles dans une seule science , M. Hales savoit déjà , grace à l'étendue de son génie , les embrasser presque toutes avec un égal succès.

Aussitôt qu'il se fut mis en état d'exercer le ministère ecclésiastique , il fut nommé à la Cure de Riddington dans le comté de Middelfex , ensuite à celle de Parlok dans celui de Sommerfet , & fut enfin Recteur de Sarringdon dans le Hampshire , & par-tout s'acquitta de ses devoirs avec une capacité peu commune ;

mais nous ne le suivrons pas plus loin dans cet état étranger aux occupations de l'Académie , & nous allons le considérer sous le point de vue le plus intéressant pour nous , c'est-à-dire comme un des plus grands Physiciens de son siècle.

La Société Royale l'avoit admis dès 1718 au nombre de ses Membres , il commença dès l'année suivante à y lire quelques-unes de ses expériences sur les effets de la chaleur du Soleil pour faire monter la sève dans les arbres ; cette célèbre Compagnie , frappée de l'utilité de ses recherches , l'exhorta à les continuer, il en lut effectivement la suite quelque temps après , & y ayant mis la dernière main, il les publia en 1727, sous le titre de *Statique des végétaux & Analyse de l'air* ; il dédia cet Ouvrage au Roi George II , alors prince de Galles.

Jamais livre ne fut mieux reçu du Public , & jamais peut-être livre ne mérita mieux ce favorable accueil ; les expériences qu'il y rapporte sont absolument neuves , & on y reconnoît partout ce génie créateur qui peut seul ouvrir la route aux grandes découvertes. Ceux qui pensent qu'un livre de Physique doit contenir des systèmes sur les

différentes questions qu'on y traite , peuvent s'épargner la peine de lire celui de M. Hales , ils n'y trouveront que des expériences qui , bien loin d'établir des hypothèses , renversent absolument presque toutes celles qu'on avoit faites jusque-là sur le mouvement de la sève dans les arbres , elles le conduisent souvent à des phénomènes surprenans ; croiroit-on , par exemple , que la force avec laquelle un rameau de vigne tire la sève dans le temps que la vigne pleure , fût égale à la pression d'une colonne d'eau de 36 pieds de hauteur , c'est cependant ce dont M. Hales s'est assuré en mastiquant des tuyaux de cristal au bout des branches de vigne coupées dans cette saison , & en voyant jusqu'à quelle hauteur la sève sortant du rameau s'y élevoit.

Des expériences semblables , mais faites hors de la saison des pleurs de la vigne & sur un grand nombre de plantes , lui avoient appris la force & la quantité de la transpiration des plantes qu'il avoit eu l'adresse de retenir & de rendre sensibles ; le jeu de la sève dans les arbres , & même l'existence des vaisseaux de communication qui lui permettent de passer latéralement d'un côté à

l'autre , y sont mis sous les yeux avec une adresse inconcevable , il y évalue l'effet de la chaleur du soleil sur les différentes parties des arbres , & celui de la chaleur de la terre dont il détermine le-degré jusqu'à la profondeur à laquelle les racines atteignent communément ; il fait voir l'usage des feuilles jusque-là très-peu connu, & qui, selon lui, sont les organes par lesquels les plantes exhalent pendant le jour la liqueur qu'elles tirent de la terre & repompent au contraire pendant la nuit celle qui se trouve dans l'air , espèce de mouvement alternatif qui tient lieu aux plantes de la circulation du sang qui existe dans le corps animal : nous ne finirions point si nous voulions seulement parcourir toutes les expériences que M. Hales rapporte dans cette première partie de son ouvrage , & les résultats singuliers qu'il en tire ; mais ce que nous ne pouvons passer sous silence , c'est la prudente & modeste retenue avec laquelle il se contente presque par-tout d'énoncer les faits sans se permettre de hasarder aucunes conjectures que lorsqu'un calcul exact les a changées en démonstrations : il est fâcheux pour l'avancement de la Physique qu'un semblable exemple n'ait pas

encore assez perdu le mérite de la singularité. La seconde partie de cet Ouvrage n'est pas moins intéressante, & mérite bien le titre qu'il donne de l'*Analyse de l'air*; il est singulier qu'il ait pu trouver autant de neuf dans une matière sur laquelle on a, sur-tout depuis un siècle, fait les recherches les plus suivies & les découvertes les plus intéressantes.

Tous ceux qui avoient jusqu'alors examiné la nature de l'air, ne l'avoient considéré que comme un fluide pesant, transparent & élastique; on ne s'étoit point encore avisé de penser que ce même air pouvoit exister & existoit réellement dans une infinité de corps sous une forme toute différente. M. Hales fait voir que toutes les substances végétales, minérales ou animales en contiennent plus ou moins, & il a l'adresse d'en déterminer la quantité qui dans certains cas est inconcevable; on ne s'imagineroit pas, par exemple, qu'un demi-pouce cubique de bois de chêne pût rendre une quantité d'air qui égalât deux cents seize fois son volume, & moins encore que cet air y fût, pour ainsi dire, incorporisé & devenu une partie de la masse du bois, du poids de

laquelle il faisoit environ le tiers ; on ne croira qu'à peine que le calcul humain ou la pierre de la vessie soit composée pour plus de sa moitié d'air fixé qui , lorsqu'il a repris son élasticité , occupe six cents quarante-cinq fois plus de volume que la pierre qui le contenoit : l'examen de cette quantité d'air contenu dans les corps où on le soupçonnoit le moins , sert encore à rendre raison de certains phénomènes dont on ne connoissoit pas trop la cause , comme de la détonation du nitre & de celle de la poudre & de l'or fulminant ; M. Hales la trouve dans la grande quantité d'air contenu dans le nitre , dans le tartre & dans l'eau régale , & dans la promptitude avec laquelle cet air s'en dégage & reprend son élasticité ; on ne sauroit croire combien l'examen de la quantité d'air contenue dans les différentes substances , lui fournit de remarques curieuses , ni quel jour il jette non-seulement sur cette partie de la Physique , mais encore sur une infinité de points singuliers de l'économie animale & végétale. On peut mettre en ce rang ses observations sur la respiration des animaux & ses délicates expériences sur la quantité d'air qu'elle détruit ou qu'elle prive

de son élasticité , sur celle qui est pareillement détruite par l'action de la flamme & par les vapeurs de différentes matières , & sur les moyens de prévenir ou de retarder cette destruction qui met l'air hors d'état de servir à la respiration ; il en tire des moyens très-simples de se procurer l'entrée & le séjour de quelques momens souvent très-précieux dans des endroits que la destruction de l'air élastique rendroit impraticables : il n'examine pas avec une moindre attention les qualités de l'air que différens moyens remettent dans son état d'élasticité ; en un mot on peut dire que cette matière n'avoit encore été traitée ni avec la même étendue ni avec la même précision , & qu'un Physicien même éclairé qui n'auroit jamais eu de connoissance de ce que contient cet ouvrage , seroit obligé de convenir après l'avoir lu , qu'il ignoroit presque entièrement la nature de l'air ; la première édition que M. Hales donna en 1727 , fut enlevée si rapidement , qu'il en parut une seconde en 1731 ; & on ne peut savoir trop de gré à M. de Buffon d'avoir comme naturalisé en France par la traduction qu'il en a donnée , un Ouvrage si utile & qu'on peut regarder comme le germe

d'une infinité de découvertes. La Société Royale en fut si satisfaite , qu'en la même année que parut la première édition de cet Ouvrage , elle mit M. Hales au nombre des Membres de son Conseil, c'est-à-dire, des Académiciens choisis qui sont chargés de la direction & des affaires de cette illustre Compagnie.

Il étoit bien difficile que le succès des expériences sur le mouvement de la sève dans les végétaux , ne fît naître l'envie à M. Hales d'examiner celui du sang dans le corps animal , déjà beaucoup mieux connu que le premier ; il n'y put résister , & il publia en 1733 par ordre de la Société Royale , le recueil de ses expériences & des conclusions qu'il en avoit tirées , sous le titre d'*Hæmastatique* ou de *Statique du sang* (1).

C'est en effet une mesure & une mesure exacte de la force avec laquelle le cœur chasse & pousse le sang dans le corps animal ; des tuyaux transparents , adaptés à différentes artères & à divers animaux vivans , lui faisoient voir par la hauteur à laquelle le sang s'y élevoit , la force avec laquelle il étoit poussé par le cœur de l'animal dans les différentes

(1) *Æm, sanguis.*

circonstances que M. Hales favoit faire naître, soit en affoiblissant l'animal par la soustraction des mesures connues de son sang, soit par mille autres moyens qu'il seroit trop long de décrire ici : l'effet de ces changemens, tant sur l'élévation du sang dans le tube que sur la vitesse & la fréquence de la pulsation & sur la manière dont toute la machine animale en étoit affectée, étoit soigneusement observé : ces observations lui fournissent une grande quantité de remarques utiles & curieuses. Il en résulte, par exemple, que les profondes inspirations & la contraction fréquente des poumons augmentent la vitesse du sang, & qu'on fait très-sagement une chose très-naturelle, lorsque l'ennui ou un long repos nous excite à bâiller, puisqu'on augmente nécessairement par-là le mouvement du sang engourdi : il en résulte encore que la trop grande perte du sang, qui sembleroit devoir ralentir le mouvement des artères, le précipite au contraire sensiblement, ce qui, dans bien des circonstances, peut être très-utilement employé. Il s'est assuré, en substituant de l'eau chauffée au même degré que le sang d'un animal vivant, à celui qu'il lui tiroit, que ce n'est pas seule-

ment comme fluide qu'il entretient la circulation, mais comme fluide composé d'une certaine manière ; l'eau ayant toujours causé aux animaux, dans les veines desquels on l'introduisoit, beaucoup de mal-être & assez promptement la mort : toutes observations importantes, & qui peuvent servir de guide dans une infinité d'occasions.

Ses remarques sur les injections sont encore un objet absolument nouveau : le but que les Anatomistes se proposent dans cette espèce de préparation, est de remettre les vaisseaux dans l'état où ils étoient pendant la vie de l'animal & de les y conserver, en les emplissant d'une matière qui d'abord y coule aisément & se fige ensuite dans leur cavité ; mais comme ces vaisseaux sont extensibles, il est évident que si la matière de l'injection est poussée plus ou moins fort que le sang ne l'étoit par le cœur, le vaisseau qui la recevra sera plus ou moins distendu que dans l'animal vivant, & qu'on aura une fausse mesure de sa capacité. Pour remédier à cet inconvénient, M. Hales n'emploie, pour obliger l'injection à s'insinuer dans les vaisseaux, que le poids d'une colonne de liqueur, qu'il rend égal à celui de la

colonne de sang que soutenoit l'action du cœur dans l'animal vivant, & que les expériences dont nous avons déjà parlé lui avoient fait connoître. Par ce moyen, il étoit parvenu à connoître avec précision la capacité des différens tuyaux qui donnent passage au sang; il avoit mesuré leurs diamètres & s'étoit assuré, par un calcul exact, des différentes vitesses de ce fluide dans les différentes parties où il passe. Il avoit éprouvé le degré de facilité que plusieurs liqueurs avoient à les pénétrer, qui lui étoit donné par le plus ou moins de hauteur de la colonne dont il falloit les charger; & il avoit observé ce surprenant phénomène, que l'eau ne passoit que peu ou point du tout des artères dans les veines, quoique le sang y passe librement, & que certaines parties qui refusent absolument le passage à l'eau, admettent cependant de la biere moussieuse bien plus épaisse qu'elle. Il avoit mesuré quelle pouvoit être la résistance des viscères & des principaux vaisseaux du corps animal, en examinant quelle hauteur de fluide étoit nécessaire dans le tube qu'il y adaptoit pour les faire crever, & il avoit trouvé que cette résistance excédoit de beaucoup les efforts aux-

quels ils pouvoient être exposés : il avoit examiné l'effet que les différentes liqueurs spiritueuses , acides , astringentes , émollientes , &c. pouvoient produire sur les viscères ou les vaisseaux d'un animal fraîchement tué. Ce Traité est terminé par des expériences sur la nature du calcul humain , auxquelles il joint des recherches sur les moyens de le dissoudre par l'injection de différentes liqueurs dans la vessie , & il propose de la faire , à l'aide d'une sonde creuse ou algalie double , qui permettant à l'injection de sortir dans le temps qu'on en introduit de nouvelle , y occasionne un courant qui ne peut qu'être très-salutaire dans bien des occasions. Il y ajoute enfin la description d'un instrument propre à tirer sans incision les petites pierres & les graviers qui , après avoir franchi le col de la vessie , se pourroient trouver engagés dans le canal de l'urètre.

Cet Ouvrage , quoique moins étendu que celui de la Statique des végétaux , est , comme ce dernier , rempli d'idées nouvelles & heureuses , & peut mener à tant de découvertes , qu'on ne peut qu'être charmé que M. de Sauvages , de la Société royale des Sciences de Montpellier , l'ait mis à portée d'être connu du Public

françois, par la traduction qu'il en a donnée & par les notes curieuses qu'il y a jointes.

La gloire que M. Hales s'étoit si justement acquise en publiant coup sur coup les deux Ouvrages dont nous venons de parler, lui attira une distinction bien honorable de la part de l'Université d'Oxford; elle lui envoya, sur sa seule réputation & sans qu'il les eût demandées, des Lettres de Docteur, présent d'autant plus flatteur, qu'elle n'accorde presque jamais ce titre qu'à ceux qu'elle a, pour ainsi dire, élevés dans son sein; mais cette Université célèbre crut pouvoir se relâcher de son usage en faveur d'un homme qui le méritoit si bien & qui étoit capable de donner à ce titre plus de lustre qu'il n'en recevroit lui-même.

Les expériences de M. Hales lui avoient montré l'effet que les liqueurs spiritueuses pouvoient produire sur le sang & sur les viscères lorsqu'elles étoient prises intérieurement : son amour pour l'humanité ne lui permit pas de laisser cette connoissance oisive, il publia en 1734 une Dissertation contre l'usage des liqueurs fortes, sous le titre d'*Avis amical aux buveurs d'eau-de-vie*; il y

fait voir les funestes effets des liqueurs qui ne sont toutes que de l'eau-de-vie plus ou moins déguisée , & les peint assez vivement pour ôter l'envie d'en user à ceux qui voudroient réfléchir , mais les hommes n'écoutent pas toujours le langage de la raison , & l'Écrit de M. Hales n'a guère eu d'autre usage que celui de faire paroître son bon cœur & son amour pour ses concitoyens.

Le même amour du bien public qui l'avoit engagé à publier la Dissertation dont nous venons de parler , l'engagea à tourner ses vues vers un objet encore plus important ; ce fut l'examen de la nature de l'eau de la mer & la recherche des moyens de la rendre potable , & de conserver les grains , les viandes & les différens approvisionnement d'un vaisseau dans les voyages de long cours : ces expériences & plusieurs instructions utiles aux Voyageurs , formèrent un Ouvrage qu'il publia en 1739, & qu'il dédia aux Lords de l'Amirauté : citoyen même au milieu de ses plus profondes recherches & n'estimant presque de la qualité de grand Physicien que le moyen d'être utile aux hommes. Cette même année fut marquée par un nouveau triomphe : nous avons dit

dans l'Éloge de M. Sloane qu'il avoit engagé le Chevalier Copley à fonder un Prix destiné à celui qui auroit présenté pendant l'année, à la Société Royale, les meilleures expériences; cette Compagnie crut en 1739 devoir l'adjuger à M. Hales pour celles qu'il lui avoit communiquées, tant sur la manière de dissoudre la pierre de la vessie, que fut celle de conserver la viande dans les voyages de long cours : ce succès l'engagea à examiner le remède pour dissoudre la pierre, proposé un an après par M^{lle}. Stéphens, & à publier l'exposé de ses expériences & de ses observations sur ce sujet, dans lequel il fait voir la puissance & l'utilité de ce remède.

Trois années après, car les dates de ses Ouvrages se sont toujours rapidement suivies, il publia la description du Ventilateur, instrument par le moyen duquel on peut à son gré renouveler facilement & promptement l'air dans tous les endroits où l'on peut avoir besoin d'en introduire de nouveau.

On a connu de tout temps que l'air chargé de certaines vapeurs ou trop renfermé devenoit comme inutile à la respiration & capable de causer à ceux qui s'y trouvoient exposés, des accidens

qu'on ne pouvoit faire cesser qu'en les mettant à portée de respirer un air plus pur. Les expériences de M. Hales l'avoient extrêmement éclairé sur cette matière , elles lui avoient appris la quantité d'air que la transpiration ou la respiration d'un certain nombre de personnes enfermées dans un même endroit pouvoit détruire , & l'effet que pouvoient faire des quantités données de différentes matières sur celui qui se trouvoit dans les endroits où elles étoient enfermées , & un calcul exact lui avoit fait connoître le risque qu'on couroit en respirant long-temps un air altéré de cette manière , & de combien de maladies cette altération pouvoit être la cause.

Mais comment faire respirer un air pur & nouveau à ceux qui travaillent dans les mines ? comment en procurer aux malades qui remplissent les salles des hôpitaux & dont la transpiration , plus dangereuse que celle des hommes sains , altère encore plus la pureté de l'air ? comment en faire avoir aux prisonniers qui , à la honte de l'humanité , sont souvent plutôt entassés qu'enfermés dans des lieux beaucoup trop étroits , & à ceux qui , dans les voyages

de long cours , sont obligés d'habiter les entre-ponts d'un vaisseau chargé de mille matières propres à corrompre la pureté de l'air ? Malgré la difficulté de ce problème , l'envie d'être utile aux hommes engagea M. Hales à y travailler ; & il en eut bientôt trouvé une solution aussi simple que facile. Une caisse de bois léger , de figure parallépipédale un peu aplatie , est partagée intérieurement par une planche mince mobile sur des charnières arrêtées au milieu d'une des extrémités de la caisse ; cette planche , qu'il nomme *diaphragme* , ne peut s'approcher du fond supérieur ou inférieur de la caisse sans chasser une partie de l'air contenu entre le diaphragme & le fond , & sans l'obliger à sortir par une large soupape destinée à cet usage , tandis que l'autre moitié de la caisse , devenue plus grande par le mouvement du diaphragme , aspire l'air extérieur par une autre soupape pratiquée pour le recevoir ; les deux soupapes aspirantes sont placées de manière qu'elles peuvent être comprises dans une boîte qui répond à un tuyau , & une semblable boîte reçoit l'air qui est chassé de la cavité du ventilateur ; on peut donc tirer quand on voudra , l'air contenu

dans un endroit ou y en envoyer de nouveau , selon qu'on y conduira l'un ou l'autre des deux tuyaux ; & comme on n'a pas besoin , comme dans les soufflets , de forcer l'air à passer rapidement par une petite ouverture , la force nécessaire pour faire jouer la machine devient si peu considérable , qu'on y peut employer les personnes les moins vigoureuses. C'est cette ingénieuse machine qu'il emploie à tous les usages dont nous venons de parler , & dont il donne dans son Ouvrage la description la plus détaillée ; cette description est suivie d'un examen rigoureux & d'un calcul exact des effets de la machine ; il en résulte qu'elle est plus que suffisante pour remplir tous les objets qu'il s'étoit proposés. L'expérience a vérifié le calcul & a fait voir que malgré le peu de temps que cette machine emploie à renouveler une masse d'air , même assez considérable , elle ne cause aucun vent ni aucune incommodité ; les expériences qui ont été faites sur les vaisseaux , ont si bien réussi , que M. Hales n'hésite pas à la nommer le *poumon du vaisseau* , du moins est-il sûr qu'elle soulage beaucoup ceux de l'Équipage , & cette machine

si utile a encore l'avantage de pouvoir être construite par-tout & à très-peu de frais : c'est suivre exactement le plan de la Nature que d'opérer les plus grands & les plus utiles effets par les moyens les plus simples.

Non-seulement le ventilateur est propre à renouveler l'air destiné à la respiration , mais il peut être encore employé à bien d'autres usages ; on peut , par exemple , s'en servir pour faire passer de l'air sec & chaud d'un lieu dans un autre , & par ce moyen si simple sécher de grandes quantités de poudre à canon , sans courir le moindre risque du feu , risque qu'il est presque impossible d'éviter par la méthode ordinaire. On peut s'en servir pour entretenir toujours dans un air sec les grains & les autres provisions d'un Vaisseau. Nous ne disons rien ici de son usage dans les greniers à blé , parce que nous en avons déjà rendu compte dans l'Histoire de l'Académie , en parlant des ingénieuses applications que M. du Hamel en a faites à cet important objet ; en un mot on peut regarder le ventilateur comme un moyen certain de se procurer un grand nombre d'avantages , & comme un véritable présent que M. Hales a fait à la société.

Cet Ouvrage a depuis été traduit en françois par M. de Mours, Docteur en Médecine, connu par beaucoup d'ouvrages de Physique qu'il a publiés, & sur-tout par sa belle traduction des Transactions philosophiques.

Le Livre dont nous venons de rendre compte, a été le dernier que M. Hales ait publié séparément; il étoit pour lors âgé de soixante - six ans, & il ne se permit plus de travailler à des ouvrages de longue haleine, il s'en dédommageoit par un grand nombre de pièces intéressantes qu'il communiquoit à la Société Royale, & qu'elle a publiées dans ses Transactions. Nous en rapporterons seulement ici quelques - unes dont nous effayerons de donner une légère idée.

De ce nombre sont ses observations sur l'eau de goudron, dont le Docteur Berkley venoit d'apporter l'usage en Europe, en exaltant beaucoup les vertus de cette préparation. M. Hales étoit trop bon Physicien pour être enthousiaste en Médecine; il examina, il analysa, il accorda au remède sa juste valeur, il indiqua les circonstances dans lesquelles il pouvoit être utilement employé, & celles où il seroit au moins inutile & peut - être nuisible : cette

dissertation

differtation fut lue à la Société Royale en 1745 ; il donna la même année un moyen d'empêcher le progrès des incendies , en couvrant d'une couche de terre un peu humide les édifices pour lesquels on pourroit craindre l'action des flammes ; & ce moyen , porté à Constantinople , a préservé du feu un des plus beaux édifices de cette Capitale de l'empire Ottoman.

Deux ans auparavant, il avoit donné une Differtation sur la manière de porter dans le ventre des hydropiques , telles injections qu'on voudroit pendant l'opération de la paracenthèse ou ponction. Il avoit ouï dire qu'une femme hydropique avoit été guérie par une injection de vin rouge & d'eau minérale aluminieuse , que son Chirurgien s'étoit avisé de lui faire dans l'abdomen , après avoir tiré les eaux de l'hydropisie ; c'en fut assez pour l'engager à perfectionner cette méthode, qu'il rend extrêmement facile en introduisant dans le ventre deux troiscars au lieu d'un ; par ce moyen si simple , on peut injecter la liqueur par une cannule à mesure que les eaux sortent par l'autre , & on évite même par-là l'inconvénient de la défaillance , qui

Hist. 1762. Tome I.

S

ſuit ordinairement l'évacuation trop ſubite de l'abdomen.

Les merveilles de l'Électricité ne pouvoient pas être indifférentes à un Phyſicien tel que M. Hales, il en fit auſſi l'objet de ſes recherches & de ſes expériences, & lut à la Société Royale une Diſſertation ſur ce ſujet, dans laquelle il remarque que les aigrettes électriques tirées d'une barre de fer, d'une pièce de cuivre & d'un œuf poſé ſur cette dernière, avoient des nuances de couleur ſenſiblement différentes, d'où il conclut que les corps qui fournifſent ces aigrettes fournifſent au feu électrique quelque peu de leur propre ſubſtance, qui occaſionne cette différence de couleur, nouveau phénomène dans une matière qui en avoit déjà offert de ſi ſinguliers, & peut-être auſſi nouveau pas vers ſon explication.

Les tremblemens de terre qui, depuis quelques années, ont ébranlé preſque toutes les parties de notre globe, engagèrent M. Hales à faire quelques recherches ſur la cauſe de ces terribles phénomènes, & il crut l'entrevoir dans une des expériences qu'il avoit rapportées dans ſon Analyſe de l'air ;

il avoit remarqué que de l'air très-transparent, quoique chargé de certaines vapeurs, perdoit cette transparence dès qu'on introduisoit dans le vaisseau où il étoit, une médiocre quantité d'air pur, qu'il se troubloit, qu'il s'y excitoit une fermentation assez vive pendant laquelle il se détruisoit beaucoup d'air; en supposant sous la terre de grandes cavités remplies d'air chargé de ces vapeurs, il ne faut qu'une fente qui y communique pour mettre en fermentation cet air & une partie de celui de notre atmosphère & pour y causer de terribles mouvemens, de-là les secousses, les ouragans & tous les phénomènes qui accompagnent ou qui précèdent ordinairement les tremblemens de terre. Il communiqua cette idée à la Société Royale dans un Mémoire qu'il y lut à ce sujet en 1750.

On a encore de lui des recherches pour l'examen d'un moyen qui avoit été proposé pour conserver l'eau douce & le poisson non salé, par le moyen de l'eau de chaux, moyen que M. Hales trouva insuffisant. Si on doit aux Physiciens de la reconnoissance pour les pratiques utiles, qui sont le fruit de leurs travaux, on ne leur en doit peut-être

pas moins pour celles qui feroient au moins inutiles & qu'ils empêchent de s'introduire.

Mais la Differtation, peut-être la plus singulière qu'il ait donnée, est celle dans laquelle il enseigne à faire passer de l'air frais à travers les liqueurs qu'on distille, & à augmenter par ce moyen presque du double le produit de la distillation. Pour y parvenir, il place au fond de l'alembic une boule d'étain percée de petits trous comme la pomme d'un arrosoir; cette boule, au moyen d'un tuyau qui sort de l'alembic, répond à un soufflet double, par l'action duquel on introduit dans la liqueur un courant d'air qui facilite singulièrement son élévation en vapeurs; il applique ensuite cette méthode à la distillation de l'eau de la mer pour la rendre potable, & fait voir qu'avec un boisseau de charbon, on peut en dix heures de temps obtenir une quantité d'eau potable de deux cents quarante pintes, avantage bien considérable dans de certaines circonstances: il examine ensuite le choix des matières proposées pour mêler, avant la distillation, avec l'eau de la mer, afin de retenir le bitume & les autres matières étrangères qui pourroient s'élever avec

elle ; enfin il ne néglige rien de tout ce qui peut augmenter l'utilité de cette découverte ; mais ce qui doit le plus tourner à sa gloire , c'est l'ingénuité avec laquelle il déclare que ce qui lui a donné la première idée de cette ingénieuse pratique, est le moyen à peu près semblable , qu'un Charpentier de vaisseau employoit pour enlever en très-peu de temps la mauvaise odeur de l'eau contenue dans les puits de quelques Vaisseaux & de celle qui s'étoit gâtée dans les futailles. M. Hales s'étoit même servi de cette méthode pour enlever à du lait le mauvais goût qui lui venoit des herbes que les vaches avoient pu manger ; sur quoi il observe que si la boisson & les alimens peuvent porter leurs mauvaises qualités jusque dans le lait , il est bien à craindre que l'usage de ces alimens & des eaux de mauvaise qualité ne puisse causer des maladies cruelles à ceux qui en usent , & finit par cette utile remarque , qu'en employant le moyen dont nous venons de parler , on pourroit fournir de nouvel air au poisson qu'on transporte dans des tonneaux , & n'être pas obligé de lui donner si souvent de nouvelle eau , ce qui dans

bien des occasions peut en faciliter prodigieusement le transport.

Cet Ouvrage , & bien d'autres dont les bornes de cet Éloge ne nous permettent pas de faire mention , occupèrent les dernières années de M. Hales. Son extrême sobriété & le genre de vie qu'il menoit lui avoient toujours conservé la vigueur de l'esprit & celle du corps , mais il fallut céder au poids des années , & il mourut le 4 Janvier 1761 , âgé de près de quatre-vingt-quatre ans : il fut enterré , comme il l'avoit demandé , dans son église de Riddington , qu'il avoit fait rebâtir lui-même peu d'années avant sa mort ; mais S. A. R. Madame la Princesse de Galles a voulu qu'au moins son nom & ses vertus pussent décorer la célèbre abbaye de Westminster , destinée de tout temps à la sépulture des Rois , des Princes & des plus illustres personnages d'Angleterre ; & elle lui a fait élever dans cette église , un monument orné d'une épitaphe où elles sont détaillées ; trait également à la gloire de la Princesse & à celle de M. Hales. Si le mérite gagne à être honoré de l'estime & de la faveur des Princes , ceux-ci ne gagnent peut-être pas moins à lui accorder cet honneur.

Cette Princesse n'avoit pas attendu la mort de M. Hales pour lui donner des marques de son estime & de ses bontés ; il avoit l'honneur d'en être connu & d'être même à son service depuis long-temps ; le feu prince de Galles en faisoit tant de cas , que souvent il sortoit de son palais , seul & sans suite , pour aller le surprendre dans ce cabinet où il étoit sans cesse occupé aux plus curieuses & aux plus utiles recherches ; il oublioit son rang & sa grandeur pour être à portée de puiser dans ces conversations familières une infinité de connoissances qu'il eût peut-être eu peine à obtenir sans cette espèce d'abdication de son état. A la mort de ce Prince , & lorsqu'on fit la maison de la Princesse , M. Hales fut nommé son Aumônier ; il n'avoit pas demandé cette place , & pour assurer le succès de l'affaire on l'avoit conduite à son insçu ; aussi ne put-il s'empêcher de faire paroître son étonnement lorsqu'il en reçut la nouvelle ; c'étoit en effet le fond de son caractère que la modestie : cet homme connu & admiré de tous les Physiciens de l'Europe , recevoit comme une grace les justes éloges qu'on lui prodiguoit ; le même motif le rendoit content de son

état qu'il trouvoit toujours au-dessus de ce qu'il croyoit mériter ; & il étoit si éloigné de se servir de son crédit pour se procurer des établissemens avantageux , que ses amis ayant obtenu du Roi de le nommer à un Canonat de Windsor , il employa tout le pouvoir qu'il avoit auprès de la princesse de Galles pour l'engager à faire révoquer cette nomination.

Il n'étoit pas plus ambitieux pour les titres littéraires , content de les mériter il n'en recherchoit aucun ; & lorsqu'en 1753 il fut nommé Associé-Étranger de cette Académie , sa seule réputation y sollicita pour lui : il est aisé de voir combien un homme d'un si grand mérite , orné d'une si rare modestie , devoit être aimable dans le commerce de la vie ; on disoit aussi que son caractère tenoit beaucoup de celui du célèbre Boyle qui avoit été à la fois l'un des plus grands Physiciens de l'Europe & l'un des plus aimables hommes d'Angleterre dans le siècle dernier.

Il lui ressembloit encore plus par son envie sincère d'être utile , il n'a presque jamais rien donné à la simple curiosité , & la seule gloire qu'il paroît avoir eue en vue , si néanmoins il en ambitionnoit

quelqu'une , étoit celle de citoyen & d'ami de l'humanité ; on ne sauroit croire jusqu'où alloit sa douceur , nous avons dit que sa statique du sang n'avoit pas à beaucoup près été portée aussi loin que celle des végétaux , une lettre qu'il écrivoit à M. du Hamel nous en a découvert la raison ; l'espèce de tourment qu'il étoit obligé de faire souffrir aux animaux qu'il employoit à ses expériences , prenoit tant sur son cœur vraiment humain , qu'il n'y put résister & qu'il les abandonna : on est communément bien éloigné d'être dur pour les hommes , quand on est si sensible aux douleurs & aux souffrances des animaux.

M. Hales avoit été marié , il avoit épousé Marie Newce, fille du Docteur de ce nom , Recteur de Halisham dans le comté de Suffex , avec laquelle il a toujours vécu dans la plus parfaite union.

Sa place d'Affocié - Étranger a été remplie par M. Euler Directeur perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Prusse , de l'Académie Impériale de Pétersbourg & Membre de la Société Royale de Londres , déjà surnuméraire dans la même classe.

§ 5

É L O G E

DE M. B R A D L E Y.

JACQUES BRADLEY , Astronome de S. M. Britannique , Docteur en Théologie dans l'Université d'Oxford , Professeur Savilien d'Astronomie , Lecteur d'Astronomie & de Physique au *Musæum* de la même Université , Astronome & Garde de l'Observatoire Royal de Greenwich , Membre des Académies Royales des Sciences de France , d'Angleterre , de Prusse , de Pétersbourg & de l'Institut de Bologne , naquit à Shireborn dans le comté de Glocestre en 1692 , de Guillaume & de Jeanne Bradley dont il fut le troisième fils.

Il fit ses premières études à Nortleach sous la conduite de Mrs. Egles & Brice qui s'empressèrent de seconder les heureuses dispositions qu'ils eurent bientôt remarquées dans leur Élève ; le cours de ses humanités étant fini , il fut envoyé à Oxford , célèbre Université d'Angleterre , & ce fut-là qu'il commença à s'ouvrir l'entrée des hautes Sciences dans lesquelles il fit depuis de

si rapides progrès, & qu'il prit ses premiers degrés.

M. Bradley avoit été destiné par sa famille au Ministère ecclésiastique : peut-être avoit-il cru lui-même y être appelé; quoi qu'il en soit, il se livra de bonne foi aux études nécessaires à cet état, & il ne fut pas long-temps sans en recueillir le fruit; si-tôt qu'il put être en état de desservir une Cure, l'évêque d'Hereford qui avoit conçu pour lui une sincère estime, le nomma à celle de Bridstow, & peu après il fut pourvu du bénéfice simple de Welfri dans le comté de Pembrock; mais malgré un début si favorable & qui sembloit lui permettre d'aspirer aux plus hautes dignités de l'état qu'il avoit embrassé, il l'abandonna bientôt pour se livrer à l'inclination qu'il commençoit à ressentir pour les Mathématiques en général, & surtout pour l'Astronomie; la voix de la Nature est impérieuse, & elle renverse souvent d'un seul mot tous les arrangemens dans lesquels elle n'a pas été suffisamment consultée.

M. Bradley étoit neveu de M. Pound, célèbre dans la République des Lettres par plusieurs excellentes observations, & qui auroit pu en publier encore un

bien plus grand nombre, si les *Journaux* de ses voyages n'avoient péri dans l'incendie de Pulo-Condor : incendie qui accompagna le massacre général que les habitans de cette île firent de tous les Anglois établis parmi eux, & dans lequel M. Pound lui-même courut le plus grand risque d'être enveloppé ; c'étoit avec ce parent que M. Bradley passoit tous les momens que son ministère lui laissoit libres, & peut-être aussi quelques-uns qu'il y déroboit sans trop s'en appercevoir ; il avoit dès-lors acquis assez de connoissance des Sciences mathématiques, pour être à portée de profiter de sa conservation ; nous disons qu'il avoit acquis, car on ignore que quelqu'un lui eût facilité l'entrée de ces Sciences, & il n'avoit probablement eu d'autre maître que son génie, ni d'autre secours que son application.

On imaginera aisément que l'exemple & les discours de M. Pound ne rendoient pas à M. Bradley le poids de son ministère plus léger ; il l'exerçoit cependant avec toute l'assiduité possible, mais il lui échappoit souvent des regards vers le Ciel, & il commençoit dès-lors à jeter par ses observations les fondemens des belles découvertes qui l'ont mis au rang

des plus grands Astronomes de ce siècle.

Quoique ces observations ne se fissent, pour ainsi dire, qu'à la dérobée, le nom de M. Bradley devint assez célèbre pour parvenir aux oreilles de ce que l'Angleterre avoit alors de plus illustre; elles lui valurent l'estime & l'amitié du Lord Macclesfield, grand Chancelier d'Angleterre, de M. Newton, de M. Halley & de plusieurs autres des plus illustres Membres de la Société Royale. Ce fut par le rapport de témoins si capables d'en bien juger, que les talens & les progrès de M. Bradley furent connus de cette célèbre Compagnie, & qu'elle prit la résolution de se l'associer.

A peu près dans le même temps arriva la mort du célèbre Jean Keill qui remplissoit avec distinction la chaire fondée par le chevalier Savil dans l'Université d'Oxford; on auroit eu peut-être bien de la peine à trouver un sujet aussi propre à la bien remplir que M. Bradley, tant pour la capacité, que pour son amour pour l'Astronomie; il est difficile de parler froidement de l'objet de son inclination, & nul n'est plus propre à enseigner une science, que celui qui l'aime véritablement: aussi tous les suffrages se réunirent-ils en sa faveur, &

il fut pourvu de cette chaire le 3^r Octobre 1721, se trouvant par cette nomination à l'âge de vingt-neuf ans collègue du célèbre Halley qui occupoit dans la même Université la chaire de Géométrie fondée par le même chevalier Savil.

Dès que M. Bradley eut été pourvu de cette chaire, il renonça à la Cure de Bridstow & même à son bénéfice simple; son cœur vraiment droit souffroit depuis long-temps de se voir partagé entre ses devoirs & son inclination, & il saisit avec empressement l'occasion de se délivrer de cette contrainte.

Libre alors de se livrer tout entier à son goût pour l'Astronomie, rien n'interrompit plus le cours de ses observations; & dès 1727 il fut en état d'en faire recueillir le fruit aux Astronomes par la théorie de l'aberration des Étoiles qu'il publia: théorie digne d'être mise au rang des plus belles, des plus utiles & des plus ingénieuses découvertes de l'Astronomie moderne.

On s'étoit apperçu depuis long-temps que la position des étoiles éprouvoit de certaines variations qui ne répondoient en aucune manière au mouvement apparent d'un degré en soixante-douze ans

que leur donne la précession des Équinoxes. Feu M. l'abbé Picard avoit remarqué ces variations dans l'Étoile polaire dès l'année 1671, mais il n'avoit tenté ni de les réduire à une règle constante, ni d'en assigner la cause; les observations extrêmement multipliées de M. Bradley lui offrirent non-seulement les variations observées par M. Picard, mais encore beaucoup d'autres qu'on n'auroit pas même soupçonnées. Il trouva des étoiles qui paroissent avoir, dans l'espace d'un an, une espèce de balancement en longitude sans changer en aucune manière de latitude, d'autres qui varioient en latitude sans changer de longitude, & d'autres enfin, & c'étoit le plus grand nombre, qui paroissent décrire dans le Ciel pendant l'espace d'une année, une petite ellipse plus ou moins alongée.

La période d'une année qu'affectoient tous ces mouvemens si différens les uns des autres, faisoient bien voir que le mouvement de la Terre y entroit pour beaucoup, mais l'embarras étoit de déterminer de quelle manière il y pouvoit influer: les premières tentatives que fit M. Bradley pour y parvenir; furent même inutiles; mais enfin ses efforts réitérés firent disparoître la diffi-

culté, & lui firent trouver la cause de ces bizarreries apparentes dans le mouvement successif de la lumière combiné avec celui de la Terre autour du Soleil.

On avoit cru pendant long-temps que la vitesse de la lumière étoit physiquement infinie. Feu M. Roëmer, de cette Académie, osa le premier avancer qu'elle ne l'étoit pas, & même déterminer le temps qu'elle mettoit à traverser les soixante-fix millions de lieues qui forment le diamètre de l'orbe annuel : cet exact & industrieux Observateur avoit remarqué que les émerfions du premier satellite de Jupiter tardoient à mesure que Jupiter s'éloignoit de l'opposition : & que ce retardement alloit, dans les éclipses les plus proches de la conjonction, jusqu'à 11 minutes ; il pensa que ces 11 minutes n'étoient que le temps que le premier rayon du satellite sortant de l'ombre mettoit à parcourir la distance qui se trouvoit entre les deux positions de la Terre proche de l'opposition & proche de la conjonction, & que par conséquent la vitesse de la lumière étoit non-seulement finie, mais même mesurable.

Quelque naturelle que fût cette explication, elle parut alors trop hardie, &

ce n'a été que long-temps après la mort de M. Roëmer qu'elle a été adoptée, & que les Physiciens sont unanimement demeurés d'accord que le mouvement de la lumière étoit successif: ce fut de ce mouvement successif que M. Bradley tira l'explication des variations irrégulières qu'il avoit observées dans les étoiles, & auxquelles il donna le nom d'*Aberration des fixes*. Nous allons essayer de donner une idée de son explication.

Qu'on imagine des files de petits corps allant par des directions parallèles entr'elles, comme par exemple, une pluie sans aucun vent & tombant perpendiculairement à l'horizon; qu'on expose à cette pluie, un tuyau droit immobile & placé dans la même situation verticale; il est évident que la goutte d'eau qui entre par son orifice supérieur, sortira par l'orifice inférieur, sans avoir en aucune façon touché les parois intérieures du tuyau.

Mais si on fait mouvoir le tuyau parallèlement à lui même, quoique sa situation reste toujours parallèle à la direction des gouttes de pluie, il arrivera nécessairement que le mouvement du tuyau leur fera rencontrer l'une de ses parois d'autant plutôt, que le mouve-

ment des gouttes sera plus lent relativement à celui du tuyau ; & il est aisé de démontrer que si l'un & l'autre mouvement étoit égal, la goutte de pluie qui tomberoit au centre de l'ouverture supérieure du tuyau, rencontreroit la paroi intérieure, après avoir seulement parcouru une longueur égale au demi-diamètre du tuyau ; & que sa direction seroit par conséquent avec l'axe de ce tuyau, un angle de 45 degrés ; d'où il suit que si on vouloit que les gouttes d'eau ne le touchassent point malgré son mouvement, il faudroit l'incliner de 45 degrés dans le sens de ce mouvement ; & que s'il se faisoit dans la circonférence d'un cercle, le tuyau décriroit autour de la ligne verticale, qui passeroit par le centre de sa base, un cône dont l'angle seroit de 90 degrés.

Ce que nous venons de dire a dû faire voir que le changement d'inclinaison qu'il faut faire subir au tuyau pour que, malgré son mouvement, les gouttes de pluie ne touchent point les parois intérieures, dépend absolument de la proportion qu'il y aura entre la vitesse de ce mouvement & celle des gouttes de pluie ; & que plus cette dernière sera grande relativement à l'autre, moins il faudra

incliner le tuyau , en sorte que si elle devenoit infinie à son égard , il n'y auroit plus aucun changement à faire , puisque la goutte seroit aussitôt arrivée en bas qu'entrée par le haut , & que le tuyau n'auroit pu avancer pendant ce temps que d'une quantité infiniment petite.

En appliquant cette théorie à l'aberration des étoiles , il ne sera pas difficile de reconnoître que les files de gouttes de pluie sont les rayons venans des étoiles ; que le tuyau que nous avons supposé d'abord en repos & ensuite en mouvement , est celui de la lunette de l'instrument qui sert à déterminer la position des étoiles , & qui est toujours emporté par le mouvement de la Terre autour du Soleil , & qu'enfin la vitesse du mouvement de la lumière ayant un rapport fini avec celle du mouvement de la Terre , le tuyau doit changer d'inclinaison à mesure que ce mouvement change de direction , d'où il suit que chaque étoile doit avoir une suite de positions différentes , ou , ce qui revient au même , un mouvement apparent dans le ciel qui lui fasse décrire dans l'espace d'un an , selon sa position , des ellipses plus ou moins alongées.

Telle est la belle théorie de l'aberration

que M. Bradley publia en 1727, & qui fut reçue de tout le monde savant avec les justes applaudissemens qu'elle méritoit : M. Clairaut, de cette Académie, en fit depuis le sujet d'un excellent Mémoire, imprimé en 1737, dans lequel il examine à fond la théorie de l'aberration & donne les règles nécessaires pour l'appliquer à la pratique. Il résulte de son calcul, que la vitesse que les aberration observées des étoiles obligent de donner à la lumière, est absolument la même que celle que lui avoit attribuée l'ingénieuse explication que M. Roëmer avoit donnée du retardement des éclipses du premier satellite de Jupiter : nouvelle preuve de l'hypothèse si elle avoit eu besoin d'être prouvée.

Trois ans après cette époque si glorieuse à M. Bradley, la place de Lecteur en Astronomie & en Physique au *Musæum* d'Oxford étant venue à vaquer, elle lui fut donnée : personne n'étoit certainement plus en état que lui de remplir cette double fonction.

Plus l'Astronomie procuroit d'honneurs & d'avantages à M. Bradley, plus son amour pour cette science & son assiduité à observer le Ciel redoublaient : ces observations multipliées lui

découvrirent bientôt que l'inclinaison de l'axe de la Terre sur le plan de l'écliptique n'étoit pas constante, mais qu'elle éprouvoit un balancement de quelques secondes, dont la période étoit de neuf années : cette période sembloit se refuser à toutes les explications ; quelle apparence en effet d'en pouvoir donner de satisfaisantes, & qu'avoit de commun une période de neuf années avec le mouvement de la Terre qui se fait en un an ? Les recherches & les efforts redoublés de M. Bradley lui firent cependant trouver la cause de ce phénomène, & ce fut dans la théorie de l'attraction Newtonienne.

On fait que le premier principe de cette théorie, est que tous les corps s'entr'attirent mutuellement en raison directe de leur masse & en raison renversée du carré de leurs distances. C'est de cette attraction combinée avec le mouvement en ligne droite, que M. Newton déduit la figure des orbites des Planètes, & spécialement celle de l'orbite de la Terre ; si cette orbite étoit un cercle & si le globe terrestre étoit exactement sphérique, l'attraction du Soleil n'agiroit que pour le retenir dans son orbite, & nullement pour déranger la position de son axe ; mais ni l'une ni

l'autre de ces suppositions n'est vraie, la Terre est sensiblement renflée vers l'Équateur, & son orbite est une ellipse au foyer de laquelle le Soleil est placé. Quand la position de la Terre est telle, que le plan de son équateur passe par le centre du Soleil, cet astre n'a d'action que pour attirer le globe à lui, mais toujours parallèlement à lui-même & sans déranger la position de son axe, & c'est ce qui arrive dans les deux équinoxes. A mesure que la Terre s'éloigne de ces deux points, le Soleil sort aussi du plan de l'Équateur & s'approche de l'un ou de l'autre tropique; alors les demi-diamètres de la Terre exposés au Soleil n'étant plus tous égaux, l'Équateur est plus puissamment attiré que le reste du globe, ce qui change un peu sa position & son inclinaison sur le plan de l'écliptique; & comme la partie de l'orbite comprise entre l'équinoxe d'automne & celui du printemps, est plus petite que celle qui se trouve entre ce dernier & celui d'automne, il en résulte que le dérangement causé par le Soleil pendant qu'il parcourt les signes boréaux, n'est pas entièrement compensé par celui qu'il occasionne en parcourant les signes méridionaux, &

que le parallélisme de l'axe terrestre & son inclinaison avec l'écliptique demeurent un peu altérés ; mais jusques-là on n'apperçoit rien qui puisse avoir rapport aux neuf années de la période. Nous allons bientôt voir ce qui la produit.

Ce que le Soleil opère sur la Terre par son attraction , la Lune l'opère aussi de son côté , & l'opère avec d'autant plus d'effet , qu'elle s'éloigne plus de l'Équateur : or , dans le temps où ses nœuds concourent avec les points équinoxiaux , sa plus grande latitude s'ajoute à la plus grande obliquité de l'écliptique ; c'est donc le temps de sa plus grande action pour déranger la position de l'axe terrestre ; & la révolution des nœuds de la Lune étant de dix-huit ans , il est clair que dans cet espace de temps les nœuds se trouveront deux fois dans les points équinoxiaux , & que par conséquent deux fois dans une période de dix-huit ans , c'est-à-dire tous les neuf ans , l'axe de la Terre sera le plus dérangé qu'il puisse être , ou , ce qui revient au même , qu'il aura un balancement dont la période sera de neuf années , comme l'avoit observé M. Bradley : c'est ce balancement qu'il nomma *nutation de l'axe terrestre*. Il en fit part au Public en 1737.

se trouvant avoir donné en moins de dix ans deux des plus belles découvertes de l'Astronomie moderne , & qui feront à jamais une époque mémorable dans l'histoire de cette science.

M. Bradley avoit toujours joui de l'estime & de l'amitié de M. Halley : celui-ci , accablé par le poids des années & de ses travaux , crut ne pouvoir rendre désormais de plus grand service à l'Astronomie , qu'en travaillant à procurer à M. Bradley la place d'Observateur & Garde de l'Observatoire Royal de Greenwich , que lui-même remplissoit si dignement & depuis si long-temps. Dans cette vue , il écrivit plusieurs lettres , qui ont été trouvées dans les papiers de M. Bradley , pour le prier de trouver bon qu'il en demandât pour lui la survivance , offrant même de donner sa démission , s'il étoit nécessaire ; mais les desirs de M. Halley ne furent pas remplis , du moins de son vivant , & sa mort en prévint l'accomplissement. M. Bradley obtint depuis cette place par la protection & le crédit de Mylord Macclesfield, depuis Président de la Société Royale & Membre de cette Académie , dont l'une & l'autre de ces deux Compagnies regrettent aujourd'hui la perte , & nous n'avons rapporté ce
que

que nous venons de dire de M. Halley que pour faire voir le cas que ce Nestor de l'Astronomie faisoit de M. Bradley. L'estime & l'amitié d'un si grand homme devoient nécessairement faire partie de son Éloge.

Aussi-tôt que la nomination de M. Bradley fut publique , l'Université d'Oxford , qui jusque-là s'étoit fait seulement honneur de le compter au nombre de ses Élèves, voulut se l'attacher plus particulièrement , en l'aggrégeant à son Corps , elle lui envoya , de son propre mouvement, des Lettres de Docteur en Théologie.

La place d'Astronome de Greenwich mettoit M. Bradley dans son véritable élément, il se livra avec une infatigable assiduité aux observations, & désormais son Histoire fait, pour ainsi dire, partie de l'Histoire céleste.

Quelque nombreuse que pût être alors la collection d'instrumens qui se trouvoit à l'Observatoire de Greenwich, il étoit comme impossible qu'un Observateur aussi ardent que M. Bradley n'en désirât encore beaucoup d'autres , tant pour la plus grande exactitude des observations que pour suivre des vues particulières. Il profita en 1748 de la visite que la Société

Hist. 1762. Tome I.

T.

Royale fait tous les ans à l'Observatoire de Greenwich, pour faire le récollement de l'inventaire des instrumens & pour se faire donner, par l'Observateur, une copie des Observations de l'année; il représenta si vivement la nécessité de réparer les anciens instrumens & d'en construire de nouveaux, que la Société crut en devoir informer le Roi, & sur ses représentations, ce Prince fit donner pour cet important objet une somme de mille livres sterling ou d'environ vingt-deux mille cinq cents livres de notre monnoie. On peut juger, par tout ce que nous avons dit de l'amour de M. Bradley pour l'Astronomie, quel fut l'emploi de cette somme; il profita des talens & des lumières de Mrs Graham & Bird, de la Société Royale, pour l'exécution de son dessein, & l'Observatoire se trouva meublé de la plus complète collection d'excellens instrumens que l'Astronome le plus jaloux de la perfection de ses opérations pût desirer. M. Bradley, muni de ce secours, redoubla l'affiduité de ses observations; il s'en est trouvé à sa mort une quantité presque incroyable, & nous ne pouvons trop tôt annoncer au Public qu'elles ont été remises à la Société Royale; on peut

être assuré qu'elle fera de ce précieux dépôt un usage digne d'elle & de la mémoire de M. Bradley.

Nous avons dit qu'il avoit remis la Cure de Bridstow & un bénéfice simple qu'il possédoit dès qu'il avoit été nommé à une des chaires d'Astronomie dans l'Université d'Oxford; la Cure de Greenwich étant venue à vaquer, on crut ne pouvoir mieux faire que de la lui donner; mais malgré son séjour nécessaire à Greenwich, la même délicatesse qui lui avoit fait remettre la Cure de Bridstow, lui fit refuser cette dernière, quoique d'un revenu assez considérable; il craignit que les devoirs de l'Observateur ne fissent trop de tort à ceux du Pasteur, & il n'hésita point à renoncer à l'avantage que pouvoit lui procurer ce bénéfice, pour n'avoir de ce côté aucun reproche à se faire. Le roi d'Angleterre sentit si bien tout le mérite de ce généreux refus que, pour en récompenser M. Bradley, il lui donna, par un brevet du 15 Février 1752, une pension de deux cents cinquante livres sterling ou de cinq à six mille livres de notre monnoie, & ce brevet porte expressément que c'est en considération de sa grande habileté & de son grand

savoir en Astronomie & dans d'autres parties de Mathématique qui ont été si utiles au commerce & à la navigation d'Angleterre : des motifs de cette nature font trop d'honneur à M. Bradley pour que nous ayons pu les passer sous silence. Cette même pension lui fut continuée par le roi d'Angleterre actuellement régnant , qui s'est fait honneur de se déclarer , dès son avènement à la Couronne , le protecteur des Lettres , des Sciences & des Arts utiles.

Ce fut à peu - près dans ce même temps que M. Bradlèy fut admis dans le Conseil de la Société Royale ; il avoit été nommé dès 1747 Membre de l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Berlin , & l'année suivante il avoit obtenu dans celle-ci la place d'Associé-Étranger vacante par la mort de M. Cervi , premier Médecin S. M. Catholique ; il fut en 1754 de l'Académie Impériale de Pétersbourg , & en 1757 de celle de l'Institut de Bologne ; sa réputation étoit si bien & si généralement établie qu'aucune des Compagnies littéraires de l'Europe n'avoit cru devoir négliger de se l'acquérir.

Tous ces gages si peu équivoques de l'estime publique, ne firent qu'enflam-

mer l'ardeur de M. Bradley, & l'engagèrent à redoubler ses efforts pour la mériter de plus en plus ; l'âge qui s'avançoit toujours ne lui fit rien rabattre de son assiduité au travail , qui devenoit cependant peu proportionné à ses forces ; il y succomba à la fin , & dès l'année 1760 il se trouva attaqué d'un extrême accablement : il ne fut point effrayé du danger de cesser de vivre , mais il le fut vivement du risque qu'il couroit de cesser d'être utile , & de survivre aux facultés de son ame ; elles furent cependant respectées par le mal , & il n'eut pendant deux ans d'autre incommodité que cette espèce de défaillance ; mais vers la fin du mois de Juin 1762 , il fut attaqué d'une suppression d'urine causée par une inflammation dans les reins , dont il mourut le 13 Juillet suivant dans la soixante-dixième année de son âge ; il fut enterré à Michin-Hampton dans le comté de Glocester , dans le même lieu où reposoient déjà les corps de sa mère & de son épouse ; nous disons de son épouse , car il avoit épousé en 1744 Susanne Peach , fille d'un gentilhomme de ce nom dans le même Comté , de laquelle il a laissé une fille unique qui lui survit.

Le fond de son caractère étoit la plus parfaite modestie & une douceur rare dans un homme d'un tempérament vif & assez fort pour supporter les plus longues veilles & la plus grande application ; à ces deux qualités il joignoit l'égalité d'humeur la plus parfaite & la plus grande générosité pour ceux qui se trouvoient dans le cas d'y avoir recours ; l'amour-propre si naturel aux hommes & si souvent reproché aux gens de Lettres, n'avoit presque aucune prise sur lui. Quoiqu'il parlât bien, & qu'il possédât l'art précieux d'énoncer ses idées avec toute la clarté dont elles étoient susceptibles, jamais homme ne fut plus ami du silence, il ne parloit jamais sans nécessité ; mais dès-qu'il croyoit que ses discours pouvoient être utiles, il ne les épargnoit point ; il excitoit même ses disciples à lui faire des questions par l'exactitude avec laquelle il y répondoit, & par l'attention qu'il avoit de se mettre toujours à la portée de ceux auxquels il avoit à parler ; il ne cherchoit pas plus à se faire valoir par ses écrits que par ses paroles, & il en a très-peu publié ; l'extrême défiance qu'il avoit de lui-même, faisoit qu'il n'étoit jamais content de ses ouvrages,

& l'a engagé à en supprimer un grand nombre qui auroient vraisemblablement mérité de voir le jour , la seule nécessité imposée à l'Observateur de Greenwich de communiquer ses observations à la Société Royale , a trahi sa modestie , & nous a conservé le recueil immense de celles qu'il avoit faites. C'étoit presque malgré lui qu'il étoit connu , du moins pouvons-nous assurer qu'il n'avoit mis dans sa réputation que son mérite seul & dépouillé parfaitement de toute attention à le faire valoir ; cependant malgré son extrême simplicité & le peu d'inclination qu'il avoit à se communiquer , il étoit très-connu & par conséquent très-estimé de tout ce qu'il y avoit de plus grand en Angleterre , & tous les gens de Lettres , tant ses compatriotes que les étrangers , s'empressoient de lui donner des marques de leur considération ; il n'y avoit sur-tout aucun Astronome célèbre dans l'Europe qui ne se fît honneur d'être directement ou indirectement en correspondance avec lui : en un mot , on peut dire que jamais personne n'a cultivé avec plus de succès de plus grands talens , & n'a mieux mérité d'être mis , du consentement unanime de toute l'Europe , au rang des

plus grands Astronomes de son siècle.

La place d'Associé-Etranger qu'occupoit M. Bradley dans cette Académie, a été remplie par M. Linnæus, Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de l'Étoile-polaire, Docteur en Médecine & Professeur de Botanique à Upsal, Membre des Académies d'Upsal, de Stohkcoln, de Pétersbourg, de Berlin, & des Curieux de la Nature, & des Sociétés Royales de Londres, de Montpellier, de Toulouse & de Florence.

ON lit dans l'Histoire de l'Académie de 1761, page 32, que les trois plans des fibres de la tunique charnue de l'estomac, avoient été décrits par M. Bertin en 1746, & ensuite par M. Haller dans sa petite Physiologie en 1751. L'Historien de l'Académie ignoroit alors qu'il y avoit eu une édition de cet Ouvrage de M. Haller, publiée en 1747, dans laquelle la même description se trouve. Il résulte de cette date, que M. Haller qui auroit pu en 1751 profiter de la découverte de M. Bertin, n'a pu en avoir connoissance lors de la première édition de sa Physiologie, & que M. Bertin & lui ont fait, chacun de son côté, la même découverte. On n'auroit sûrement pas soupçonné M. Haller d'avoir voulu s'attribuer ce qui ne lui appartenoit pas ; mais l'impossibilité physique forme une démonstration du contraire, & l'Historien de l'Académie est charmé de pouvoir lui rendre cette justice.

CAD. 177
de l'Acad.
anger
rie Acad.
naus, G.
Milan
en Mé
ue à l'
d'Up
de l'
re, l'
de l'
Fica



M É M O I R E S

D E

P H Y S I Q U E,
TIRÉS DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences.

'De l'Année M. D C C L X I I.

D E S C R I P T I O N

*D'un nouveau Piston , par le moyen
duquel les frottemens sont considéra-
blement diminués , & les cuirs rendus
d'autant plus durables.*

Par M. DE PARCIEUX.

13 Mars 1762.



N fait assez que toutes les
parties d'une Pompe propre-
ment prise , le piston est celle
dont on s'est le plus occupé,
& c'est en effet celle qui peut être

T 5

susceptible de plus de différentes constructions.

On a cherché à en faire sans frottement , sans que personne ait dit en quoi il consiste , ou quelle en est la cause : on a fait à la vérité des pistons sans frottement ; mais sont-ils bons, sont-ils aisés à construire , peuvent-ils être d'usage dans tous les cas , & n'ont-ils point d'autre défauts ? c'est ce que je vais examiner.

Je ne connois que deux sortes de pistons qu'on puisse dire être sans frottement ; l'un est celui des pompes à lessive , qu'on nomme aussi *pompe de Genève* ; & l'autre est celui de Mrs Goffet & la Deuille.

Le premier consiste en un cylindre de cuivre , qui a de longueur deux à trois fois son diamètre , remplissant presque exactement la capacité du corps de pompe , qui doit être très-bien dressé & très-bien calibré , ainsi que le piston ; l'un & l'autre ont besoin d'être faits avec un très-grand soin.

Ce piston est très-bon à employer toutes les fois qu'on n'a pas à élever l'eau au-delà de 20 à 25 pieds ; s'il faut l'élever plus haut , il se fait une perte assez considérable par une lame d'eau qui s'échappe entre le piston & le

corps de pompe : cette perte est d'autant plus considérable , qu'on élèvera l'eau plus haut à cause de la charge de la colonne. Il y a bien aussi de la perte pour les hauteurs au dessous de 20 pieds, mais elle est peu de chose ; je ne sache pas qu'on ait jamais employé ce piston que pour des pompes à bras & d'un petit diamètre : plus ce piston sera long & parfaitement bien calibré au corps de pompe , moindre sera la perte , mais il y en aura toujours une.

J'ai examiné plusieurs de ces pompes , entre lesquelles il y en avoit de très-bien faites : connoissant leur diamètre & la levée du piston , il étoit aisé de dire combien il falloit de coups de piston pour remplir un vaisseau d'une capacité connue ; il s'en falloit bien que le nombre des coups de piston trouvé , remplît le vaisseau.

Ce piston & son corps de pompe sont très-difficiles à bien faire , attendu qu'il faut qu'ils soient droits & bien calibrés par-tout , au lieu que pour les autres pistons , qui sont garnis de cuir , il suffit que le corps de pompe soit passablement calibré sans qu'il soit besoin qu'il soit parfaitement droit ; tous ces soins rendent la pompe chère , & je ne vois que

deux raisons qui puissent la rendre préférable aux autres quand le cas y est : l'une quand on veut s'éviter le soin d'y faire mettre des cuirs ; & l'autre quand on veut les faire servir à élever de l'eau chaude, comme la lessive, qui racorniroit bien-tôt les cuirs ; & parce que c'est pour cet usage que les premières ont été vrai semblablement faites, on leur a donné le nom de *pompes à lessive*.

Le piston de Mrs Goffet & la Deuille n'a pas de frottement non plus, mais c'est plutôt un soufflet qu'un piston ; & parce que le cuir qui forme la couronne autour du noyau solide, doit porter la portion de la colonne d'eau à laquelle elle sert de base, on sent aisément qu'un pareil piston ne peut pas être employé à élever l'eau bien haut, il n'y résisteroit pas long-temps, il seroit coûteux & difficile à rétablir, & la partie qui fait le soufflet, obéissant ou se prêtant aux deux mouvemens, une pompe avec de tels pistons ne peut jamais faire tout l'effet dont est capable la force qui le meut.

Il y a encore le piston fait avec plusieurs ronds de cuir, de même diamètre que le corps de pompe, posés les uns sur les autres ; ils sont très-bons pour des

pompes pneumatiques qui sont travaillées avec le plus grand soin , & qu'on a toujours sous la main , qu'on démonte & remonte aisément , mais ils ne peuvent pas être employés à des grandes pompes , ni même à ce qu'on nomme *pompes domestiques* ; d'ailleurs ces pistons deviendroient chers par le cuir qui y entre. Ils frottent quand ils sont neufs , mais quand ils ont servi quelque temps , que les bords sont usés , qu'ils ont peu ou point de frottement , ils laissent perdre une lame d'eau tout autour , comme le piston des pompes à lessive , le cuir ne s'étendant pas de lui-même pour remplacer ce qui s'use. Il est vrai qu'en resserrant un écrou qui est en-dessous , on les fait un peu étendre , & cela dure encore du temps pour une pompe pneumatique qui travaille peu , qui est bien calibrée , bien lissée ou unie , jusques au poli , & un peu huilée ou graissée ; mais pour une pompe à élever de l'eau , qui iroit continuellement , ce seroit l'affaire de sept à huit jours tout au plus , & ils ne peuvent pas être nommés *pistons sans frottement* , car ils l'ont assez fort tant qu'ils sont bons , & on ne peut guère les faire aspirans de la sorte. Voilà les trois pistons qui paroissent avoir le

moins de frottement , dont on ne peut néanmoins faire usage pour les grandes machines , ni pour aucune pompe qui doit élever l'eau un peu haut.

Les pistons dont on fait le plus d'usage, sont faits avec un morceau de bois autour duquel on fait une feuillure à l'un des bouts , de 4 à 5 lignes de profondeur , dans laquelle on cloue une bande de cuir de 2 pouces & demi ou 3 pouces de largeur, formant une espèce de godet un peu conique , dont le haut qui est le plus large du godet doit remplir le corps de pompe , & le bas doit être un peu plus enfoncé que le bord de la feuillure , afin que les têtes des clous ne puissent pas toucher le corps de pompe & le gâter ou rayer , ce qui arrive néanmoins assez souvent , quand le rebord du bois est usé , ou que le bois venant à pourrir , les clous le quittent par l'effort de la charge de l'eau. Ces sortes de pistons ont deux défauts assez grands , l'un est celui qu'on vient de remarquer , que les têtes des clous rayent les corps de pompe quand le rebord du bois est usé , ou que l'effort de l'eau sur le cuir qui porte un vuide près des clous , les fait lâcher & en pousse les têtes contre le corps de

pompe , qui le gâtent ou rayent , en même temps que le piston perd une partie de son eau à chaque fois qu'il monte.

L'autre défaut qui n'est guère moins considérable , & qui l'est souvent davantage , vient du vuide qui se trouve entre le contour intérieur du corps de pompe & les têtes des clous. Le haut de la bande de cuir touche bien le corps de pompe , mais la même bande de cuir auprès des clous , se trouve éloignée du corps de pompe quelquefois de 2 à 3 lignes ; il arrive de-là quand le piston enlève la colonne , que le cuir est obligé de se plier au dessus des clous , jusqu'à toucher au corps de pompe , parce que le cuir porte toute la partie de la colonne d'eau qui a pour base la couronne qui forme le vuide entre les clous & le corps de pompe.

La bande de cuir ne porte ou ne soutient cette eau qu'en s'appuyant contre le corps de pompe ; cet effort ou pression de cuir contre le corps de pompe , est d'autant plus grand que l'est le vuide qui est entre les têtes des clous & le corps de pompe , & c'est cette pression du cuir contre le corps de pompe qui cause tout le frottement du piston ; car

s'il n'y avoit point de vuide entre la partie solide du piston & le corps de pompe, le cuir n'auroit à soutenir aucune partie de la colonne d'eau, & il n'y auroit aucun frottement, mais il devient d'autant plus grand que l'est le vuide qui est entre la partie solide du piston & le corps de pompe.

Ce vuide est quelquefois si grand, que le cuir, soit neuf, soit déjà usé, ne pouvant soutenir l'effort de l'eau, se renverse, tant à cause de la charge de l'eau, que parce que le frottement est plus grand, & que sa résistance y contribue; ainsi plus ce vuide est grand, plus le frottement l'est aussi, comme il a déjà été dit, plutôt le cuir est usé, & plutôt il se renverse.

Par le piston que je propose, on évite ces deux défauts; je veux dire qu'il n'y a point de clous qui puissent rayer le corps de pompe, & il n'y a que le moins de vuide possible & le seul nécessaire, entre le corps de pompe & la partie solide du piston qui soutient le cuir: par-là, il n'y a qu'une pression presque insensible du cuir contre le corps de pompe.

A est le plan, & *BB* le profil d'une pièce de cuivre ou de fer fondu, autour

de laquelle on coule un bourlet de plomb, représenté au profil *CC*, par la partie ajoutée *DD*; la pièce de fonte a un peu de dépouille, son diamètre est de 8 à 10 lignes moindre que celui du corps de pompe. *E* représente le plan, & *FF* la coupe d'une autre pièce de fonte de même diamètre que la précédente, & percée de même, ayant un canon *GG*, un peu en dépouille pour la facilité du mouleur, la vive-arrête de dessous *HH*, abattue tout autour.

KK représente une plaque de même matière que les deux précédentes, ronde, bien dressée par-dessous, ayant un canon *LL* dans lequel entre sans gêne ni trop de liberté le canon *GG* de la pièce précédente; on fait réserver à cette pièce, en la coulant, trois ou quatre trous *II*. Cette pièce est la soupape du piston, sous laquelle on met un cuir qu'on y fixe solidement par un anneau de fer mis en dessous, retenu par trois ou quatre rivets passant par les trous *I, I*, réservés à la plaque; & afin que l'anneau de fer qui retient le cuir de la soupape ne l'empêche pas de joindre sur la pièce *FF*, les trois branches ζ, ζ, ζ , qui joignent le bas de la

douille *GG* à la couronne extérieure, sont échanrées en dessus de 5 à 6 lignes, ou bien elles sont moins hautes de 5 à 6 lignes que le dessus de la couronne & le rebord ou affiette du bas de la douille où doit battre la soupape. Si on fait ce piston en cuivre bien dressé, on peut se passer de cuir sous la soupape.

Le canon de la soupape doit être plus court que celui de la pièce *FF*, de l'épaisseur du cuir qui doit être sous la soupape, & de la quantité dont la soupape doit lever, qui ne passe pas 8 à 9 lignes; ainsi il suffit que le canon de la soupape soit plus court que l'autre d'un pouce. J'ai observé plusieurs fois & par des ouvertures différentes, avec des soupapes à guide qu'elles ne lèvent pas au-delà de 7 à 8 lignes, quand elles sont un peu lourdes, comme il le faut, afin qu'elles soient tout-à-fait baissées avant que le piston commence la marche contraire.

Le plomb qu'on coule autour de la pièce *BB*, doit être tel que le tont entre juste dans le corps de pompe, n'y ayant aucun danger, parce que le plomb cède; & quand le piston a marché trois à quatre fois, il est calibré & n'a, comme on voit, que le jeu nécessaire tout

autour , & comme rien ne l'oblige à se porter plus d'un côté que d'un autre, si le corps de pompe est bien d'à-plomb , & la suspension de la tringle dans l'axe du piston & du corps de pompe , il est clair que ce plomb fera long-temps juste au corps de pompe , & qu'il ne le gênera jamais quand même quelque cause le porteroit plus d'un côté que d'un autre : le pis-aller est que le plomb s'use , ce qui doit arriver à la fin ; mais le bourlet de plomb ayant peu de dépouille & ayant 15 à 18 lignes de haut , il dure très-long-temps.

Pour couler & former le bourlet de plomb *DD*, autour de la pièce de fonte *BB* ou *CC*, laquelle fait le bas du piston , il faut avoir une virole *XX* de cuivre mince , ou de tôle , ou de carton huilé , si l'on veut , de 3 à 4 pouces de haut , un peu conique , & telle qu'elle ait vers son milieu le même diamètre que le corps de pompe.

On fait tourner un morceau de bois *Y*, conique comme la virole de cuivre , ayant au bout le moins gros de *R* en *R*, le même diamètre qu'a le corps de pompe : on y fait faire une feuillure autour *MM*, de 5 à 6 lignes d'affiette & de 4 à 5 lignes de haut seulement , &

on fait réserver au centre une cheville Qronde, de la grosseur du trou du milieu des pièces de fonte.

On met la pièce de bois dont nous venons de parler dans la virole de cuivre, en l'y forçant un peu; si tout a été comme on vient de le dire, on voit que la pièce de bois doit arriver jusque vers le milieu de la longueur de la virole : on met un peu d'huile sur la partie du bois qui doit recevoir le plomb fondu, qu'on étend avec une plume, afin que le plomb ne le brûle pas; on fait chauffer la pièce de fonte, on la met sur la pièce de bois dans la virole, faisant entrer la cheville réservée au centre, dans le trou du milieu de la pièce de fonte : on emplit les autres ouvertures de la pièce de fonte avec du sable ou de la cendre, afin que le plomb ne les remplisse pas; cela préparé, on coule le plomb autour. Il est à propos d'avoir une cuiller qui contienne suffisamment de plomb, pour n'y pas revenir à deux fois, ou que l'on ait deux cuillers, & que deux personnes versent ensemble, sans quoi le bourlet seroit sujet à être de deux pièces.

Le cuir de ce piston n'a point de joint, c'est une calotte estampée, ayant

ses bords relevés de 8 à 10 lignes ou d'un ponce , si on veut. *Æ* en représente la coupe , & *œ* le plan avec ses ouvertures. Pour former ces cuirs , il faut avoir une virole *N* de cuivre ou de fer , un peu conique & évasée par le haut , bien ronde & bien unie en dedans , & du même diamètre à l'endroit le plus étroit , que le corps de pompe ; on a une pièce de bois *O* , percée d'un trou au milieu , de la même grandeur que le trou du milieu des pièces de fonte , tourné sur un mandrin passé dans ce trou. Le diamètre de cette pièce de bois doit être moindre que celui de la virole ou du corps de pompe , de 5 lignes $\frac{1}{2}$ à 6 lignes , & doit être aussi un peu conique comme la virole ; la figure *O* en montre la coupe , on en abat les carnes ou arêtes un peu en rond , afin qu'elles ne coupent pas le cuir.

On prend un morceau de bon cuir , sans demander néanmoins du plus épais , mais qu'il soit bien uni & bien égal d'épaisseur ; celui passé à l'orge est préférable à tout autre , celui passé à la chaux est trop cassant : on arrondit ce morceau de cuir , faisant son diamètre plus grand que celui du corps de pompe ,

de 12 à 15 lignes ; on y fait un trou au milieu , de la même grandeur ou un peu moins que celui des pièces de fonte , parce qu'il s'agrandira suffisamment ; on met ce cuir tremper , & lorsqu'il l'est assez , & qu'on l'a rendu bien souple , on l'estampe avec la virole & la pièce de bois faites pour cela , mettant le côté de la chair en dehors , celui-là s'appliquant mieux contre le corps de pompe.

On fait entre la pièce de bois *O* avec le cuir dans la virole , par le moyen d'un grand levier , ou d'une presse , ou d'un grand étau , ou encore mieux par le moyen d'une vis & d'une clef à écrou faites pour cela , faisant passer la vis à travers d'une planche ou d'un établi , & par le milieu de toutes ces pièces on fait entrer la pièce de bois *O* , jusqu'à ce que le cuir touche l'établi ; dans le cas où l'on se serviroit d'un levier ou d'une presse , il faudroit mettre une cheville dans le trou de la pièce de bois *O* , un peu saillante pour assujettir le cuir à rester concentrique avec la pièce de bois. Il faut laisser le tout en cet état un jour entier ou davantage , si l'on veut ; après quoi on retire le bois avec le cuir de la virole , laissant sécher

le cuir sur la pièce de bois, afin qu'il conserve sa forme & ne se déjette pas ; & lorsqu'il est suffisamment séché, on égalise le bord, s'il ne l'est pas, on lui fait les passages pour l'eau, de la même grandeur que ceux des pièces de fonte, comme cela est représenté par *Q*, & on les rassemble sur la tringle du piston qui doit remplir le trou du milieu des pièces de fonte & avoir une embase *P* & un écrou de cuivre *W*, placé dessus ou dessous, selon que le piston doit être aspirant ou foulant.

Je dis qu'il faut faire l'écrou de cuivre, parce que fer contre fer dans l'eau, se rouille extrêmement vite, au point qu'on a de la peine à les défaire au bout de deux ou trois ans, au lieu que cuivre contre fer ne se rouillant pas, ou bien n'y en ayant qu'un qui se rouille, cela n'empêche pas qu'on ne les défasse aisément, n'y ayant rien de l'un qui engrène dans l'autre.

En assemblant ces pièces, il faut avoir soin de mettre deux petits ronds de cuir ou de forte vache entre le bout du canon *GG* de la pièce *FG* & l'embase ou l'écrou qui doit appuyer dessus, selon que ce sera l'un ou l'autre, pour faire un piston aspirant ou refoulant ;

sans cette précaution, il s'échapperoit un peu d'eau entre la tringle & le canon.

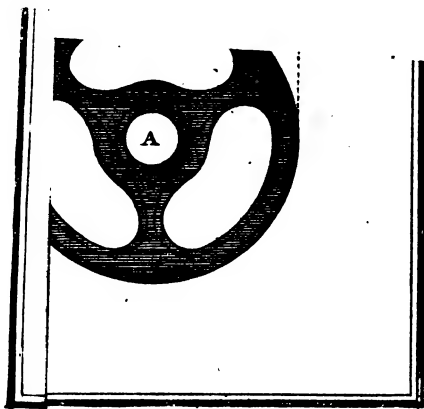
OBSERVATIONS.

Sur la quantité d'Argent que retiennent les Coupelles après avoir servi aux Essais.

Par M. TILLET.

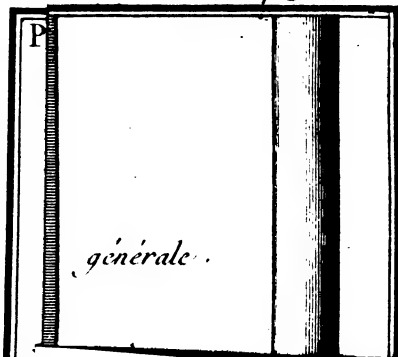
6 Février 1762.

DANS un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, sur les Essais des matières d'Or & d'Argent, & sur les moyens de les rendre moins incertains, j'ai dit, par une suite des résultats que j'y ai établis, qu'il y avoit tout lieu de croire que la diminution constante qui se trouve sur le fin des matières, étoit principalement occasionnée par le plomb dont on fait usage pour les épurer. J'ai observé que ce dernier métal, en se réduisant en litharge & en s'imbibant dans les coupelles, pouvoit entraîner avec lui quelques particules d'argent, s'en charger plus ou moins, suivant la quantité de plomb qu'on emploie, & les tenir noyées avec lui dans toute l'étendue



In

Ad'Ac R. des Sc. 1762. page 8 Pl. 2.



générale.

2
ca

Manuscrit de l'Académie des Sciences

l'étendue des coupelles , sans qu'il en restât aucune marque extérieure.

Je m'étois proposé dès ce temps-là de constater ce fait important, & de retrouver, s'il étoit possible, les particules d'argent, qui manquent toujours au bouton d'essai, quelque pure que soit la matière dont il a été tiré. Un travail de tout une autre nature me détourna de cet objet particulier de recherches, & je n'ai fait que depuis peu les expériences propres à lever tout doute sur ce point.

On fait que pour enlever l'alliage que peut contenir une matière d'argent, il est d'usage universel d'employer une quantité de plomb connue, & de faire passer le tout à la coupelle, en lui donnant une chaleur assez vive pour que le plomb s'y imbibe à mesure qu'il se convertit en litharge. Lorsque l'opération est bien faite, l'argent reste pur à la superficie de la coupelle, & le plomb incorporé dans cette matière poreuse, disparaît totalement. J'ai long-temps employé des coupelles qui pesoient à-peu-près deux gros, & pouvoient recevoir en litharge la même quantité de plomb. Ce n'est pas encore ici le moment de

Mém. 1762. Tome I.

V

tions que M. Hellot & moi avons faites sur ce qui regarde les coupelles d'essais, & la nécessité de les perfectionner : ce travail tient à un autre plus étendu dans le même genre , que nous mettrons sous les yeux de la Compagnie , lorsque des circonstances particulières ne nous arrêteront plus.

La forme , la pesanteur & la nature des coupelles n'influant en rien sur les expériences que je projettois , je pris celles qui m'avoient servi autrefois , & avoient pesé deux gros avant que d'être employées aux essais ; elles étoient entièrement imbibées de plomb , & par-là je n'eus que des parties chargées de litharge.

Avant que de traiter cette matière par le flux propre aux expériences sur les mines , je fis rougir à un feu très-vif plusieurs de ces coupelles chargées de litharge. La flamme du charbon rendit bientôt le phlogistique à une partie du plomb qu'elles contenoient ; il s'échappa de toutes parts plusieurs gouttelettes de ce métal , que je recueillis jusqu'à la pesanteur de deux gros & demi à trois gros : je les fondis dans une cuiller de fer , & j'en tirai un bouton de plomb très-net , qui pesoit à-peu-près deux gros. Je le passai ensuite à la coupelle pour con-

noître ce qu'il pouvoit contenir d'argent, & je trouvai qu'il en avoit beaucoup plus rendu que n'en renferme le plomb dont je fais usage pour mes essais.

Cette première épreuve confirma mon sentiment, & me détermina à mettre plus de précision dans celles que j'avois dessein de faire en employant le flux.

Je réduisis en poudre impalpable plusieurs coupelles chargées de litharge ; je mêlai deux onces de cette poudre avec six onces de tartre blanc, & trois onces de salpêtre raffiné ; je mis ces matières ainsi mêlées dans un creuset d'Allemagne ; je le couvris d'un autre creuset de la même espèce, & je les lutai avec soin, en ménageant au haut de celui qui servoit de chapiteau, une issue pour les vapeurs du flux lorsqu'il détonneroit.

La chaleur que je donnai d'abord au creuset fut trop vive sans doute ; peut-être aussi contenoit-il trop de matière pour la grandeur dont il étoit ; j'entendis une explosion sourde ; le creuset se cassa vers le commencement de l'opération ; elle ne fut pourtant pas inutile : je trouvai au fond du creuset près de trois gros de plomb, je le passai à la coupelle après l'avoir fondu pour l'obtenir plus net, & j'eus encore dans cette seconde

épreuve beaucoup plus d'argent que mon plomb destiné aux essais n'en contient.

Je fis une troisième expérience sur une moindre quantité de matière, mais je la fis avec une précision rigoureuse ; je me bornai à deux coupelles entièrement imbibées de litharge, & qui pesoient ensemble une once. J'ai dit que chacune de ces coupelles avant qu'elles servissent, pesoit deux gros, elles contenoient par conséquent quatre gros de plomb converti en litharge, & dès-lors je partoisi d'une quantité connue. Je réduisis ces deux coupelles en poudre ; je les mêlai avec trois onces de tartre blanc, & une once & demie de salpêtre raffiné ; je mis ce mélange qui n'étoit que la moitié du premier, dans un creuset de la grandeur de celui qui avoit cassé au feu ; & après l'avoir couvert & luté, comme j'ai dit plus haut, je le plaçai dans un fourneau à vent dont j'ai parlé dans mon Mémoire sur les Essais, & qui produit le plus grand effet. J'y ménageai la chaleur dans les commencemens ; je la pouffai ensuite au degré le plus vif pendant près d'une heure, & l'opération réussit ; je ne trouvai cependant pas rassemblé au fond du creuset tout le plomb que les deux coupelles

contenoient, je n'en recueillis qu'environ trois gros, & je remarquai que quelques globules de ce métal étoient restés dans les scories qui enveloppoient le petit culot de plomb. Je fondis dans une cuiller de fer tout le métal que me donna cette épreuve, & j'en tirai deux gros de plomb qui étoit beau, brillant & parfaitement net; je passai à la coupelle ce plomb ressuscité, avec l'attention de passer aussi dans une seconde coupelle deux gros du plomb que j'emploie pour les essais.

Il résulta de cette expérience que le plomb ressuscité fournit deux grains & demi d'argent, poids de semelle, tandis que le plomb ordinaire, & qui n'avoit point servi aux essais, ne donna qu'un quart de grain & même un peu moins; à peine cette particule d'argent imperceptible faisoit-elle incliner la balance, & l'on ne doit pas en être surpris, puisqu'elle n'étoit que la cent vingt-huitième partie d'un grain, poids de marc.

Les deux coupelles, matière de la dernière épreuve, avoient donc absorbé chacune deux grains & demi d'argent, poids de semelle, lorsqu'elles servirent à un essai; & le fait devient incontestable, puisque le plomb dont je fis usage

alors ne contenoit en argent qu'un quart de grain , poids de semelle , & s'est trouvé dix fois plus riche après avoir purifié les matières, en passant à l'état de litharge , & avoir été rétabli dans toutes ses propriétés métalliques.

On fera encore mieux convaincu de cette vérité , lorsqu'on fera attention que le déchet ordinaire du fin de chaque essai roule sur la quantité dont nous voyons que le plomb s'est enrichi , & que l'on pourroit peut-être, en essayant des matières poussées au dernier degré d'affinage , retrouver la totalité de la portion qu'on auroit mise à l'épreuve, si l'on joignoit au bouton d'essai qui reste dans la coupelle après l'opération, le petit grain d'argent dont le plomb s'est chargé en se convertissant en litharge.

On pourra m'objecter que dans les expériences que j'ai faites, il y a eu une espèce de concentration , que les particules d'argent disséminées dans la litharge, ont pu se rassembler dans le petit culot que j'en ai tiré , & que spécialement dans les deux gros de plomb de la troisième épreuve, j'ai eu peut-être tout l'argent que les quatre gros contenoient.

Quoiqu'il y ait toute apparence que le peu d'argent répandu dans la litharge ,

est également distribué dans le plomb net que produit cette litharge ressusci-
tée, cependant je veux accorder qu'il y a une concentration réelle, & que le petit culot contient seul de l'argent; il n'en résultera jamais qu'un demi-grain, poids de semelle, pour la totalité des quatre gros, lequel sera supposé appartenir au plomb foncièrement, & l'on fera forcé de convenir que les mêmes quatre gros réduits en litharge, en ont absorbé deux grains, puisque rétablis dans leur premier état, ils en ont fourni deux grains & demi.

De ce fait actuellement éclairci, & qui est beaucoup plus important qu'il ne le paroît au premier coup d'œil, résulte 1°. la vérité d'une proposition que j'avois avancée en m'expliquant sur le travail des essais, & qui consiste à assurer que les Essayeurs rapportent toujours le titre des matières d'argent, plus bas qu'il n'est réellement. S'il y a en effet dans l'opération une perte constante sur le fin des matières, parce que le plomb en absorbe une partie en passant à l'état de litharge, il arrive de toute nécessité que l'Essayeur dans son rapport ne fixe pas avec exactitude le titre des matières essayées, puisqu'il se règle sur le poids

seul du bouton d'argent qui lui reste après l'opération, & ne tient aucun compte de la partie dont la litharge s'est chargée.

Il résulte, en second lieu, de ce fait bien établi, que le plomb doit être ménagé dans les essais d'argent, & qu'il en faut régler les proportions sur la quantité d'alliage que les matières contiennent. Dès qu'il ne les purifie qu'en occasionnant quelque diminution sur le métal essentiel, on peut être assuré que ce déchet sera plus ou moins fort selon la quantité de plomb plus ou moins considérable qu'on aura employée; & c'est un des points sur lesquels nous avons cru devoir insister. M. Hellot & moi, dans le rapport que nous avons donné à la Cour des Monnoies, après des expériences réitérées, sur la discussion qui s'est élevée entre les deux-Essayeurs de la Monnoie de Paris: leur pratique n'est pas la même en général quant aux doses de plomb qu'il convient d'employer relativement au titre des matières.

Il faut conclure enfin de cette perte régulière sur les boutons d'essais, qu'on s'est trompé jusqu'ici en regardant les matières d'argent affinées, comme chargées encore d'une portion d'alliage, lors

même qu'on a pris les plus grandes précautions pour n'y laisser aucun corps étranger. Les lingots d'affinage sont communément rapportés au titre de onze deniers vingt-un grains, c'est-à-dire ; qu'on y suppose un quatre-vingt-seizième d'alliage ; mais si l'on avoit fait attention que le plomb entraînoit une quatre-vingt-seizième partie ou environ du fin même des matières, & qu'il y avoit un moyen de la retirer de la litharge, on auroit reconnu que les lingots d'affinage, lorsque cette opération est bien faite, ne contiennent plus d'alliage, ou approchent au moins très-près du degré de fin auquel l'art est capable de les pousser. Il est certain qu'en perfectionnant le moyen d'extraire de la litharge les particules d'argent qu'elle tient recelées, & en réunissant ensuite ce léger produit au bouton d'essai, on pourroit juger du point précis d'affinage auquel il est possible de parvenir : peut-être trouveroit-on quelquefois que l'affinage est complet, si la chaleur étoit modérée, & n'excédoit pas le terme que cette épreuve demande. Je dis si la chaleur étoit conduite avec ménagement, parce que j'ai observé que poussée à un degré extraordinaire & long-temps sou-

tenu , elle peut faire perdre à de l'argent très-pur quelque chose de son poids, y occasionner une sorte de sublimation , sans qu'on ait besoin pour cela d'employer le plomb comme intermède , ou qu'on ait lieu de soupçonner que le déchet est une suite du pétilllement auquel l'argent en fusion est quelquefois exposé.

Depuis la lecture de ces Observations, j'ai examiné les scories que m'a fournies le mélange de la troisième expérience ; je les avois négligées , persuadé avec raison , comme on va le voir , qu'il suffisoit de passer à la coupelle la moitié du plomb ressuscité , & qu'on pouvoit conclure de cette moitié au total. J'ai fait tremper ces scories dans de l'eau chaude , jusqu'à ce que les sels alkalis qui formoient le flux , y fussent entièrement dissous ; les grenailles de plomb qu'elles enveloppoient se sont assemblées au fond du vase qui contenoit la dissolution , & après avoir été fondues dans une cuiller de fer , elles ont donné un petit culot du poids d'un gros douze grains. J'ai passé à la coupelle ce culot de plomb , & j'en ai tiré une petite portion d'argent qui pesoit un grain & demi , poids de semelle : il est démontré

par-là que l'argent dont la litharge se charge est distribué assez également dans le plomb ressuscité, puisqu'après avoir tiré de deux gros de ce dernier métal, dans la troisième expérience, deux grains & demi d'argent, poids de semelle, j'en ai extrait un grain & demi, même poids fictif, d'un gros douze grains dans le supplément à cette même expérience.

J'en ai fait une quatrième sur deux coupelles semblables à celles dont il vient d'être question, c'est-à-dire, qu'elles étoient entièrement chargées de litharge, & pesoient ensemble une once. J'y ai suivi le procédé que j'ai décrit pour la troisième expérience, à cette différence près, que je l'ai exécuté d'une manière assez complète. J'ai rassemblé en effet le plus exactement qu'il m'a été possible, tout le plomb que contenoient ces deux coupelles, en faisant fondre les scories dans de l'eau chaude, & j'en ai formé un culot pesant trois gros & demi vingt-quatre grains, poids de marc. On juge, par cette quantité, que j'ai eu à-peu-près celle que les coupelles avoient absorbée: d'ailleurs il est bon d'observer que le plomb fume pendant qu'il circule dans les coupelles, qu'il doit s'en évaporer quelques parties, &

qu'il ne faut pas espérer que la litharge reffuscitée donne jamais la totalité du plomb qu'on aura employé pour les essais : le petit culot de plomb que j'ai tiré de cette quatrième expérience a produit, après avoir été passé à la coupelle, sept grains d'argent fin, poids de semelle. Voilà donc une nouvelle confirmation de la vérité que j'ai établie : il est donc prouvé évidemment que, défalcation faite de la particule d'argent qui étoit inhérente au plomb, & qui lui appartenoit foncièrement, la litharge dans cette circonstance-ci, avoit entraîné dans chacune des coupelles plus de trois grains de fin ; & que de ce déchet ignoré, bien réel cependant, toujours constant, mais plus ou moins considérable, suivant les coupelles dont on fait usage, il étoit résulté une fixation de titre inférieure au véritable degré de pureté de la matière qu'on avoit essayée.

Nota. Ces Observations m'ont conduit à un travail plus étendu, dont je rendrai compte dans la suite ; j'y établirai des faits qui ne sont présentés ici qu'avec réserve : on y verra la réduction des coupelles plus complète ; le plomb sur lequel il n'y aura qu'un seizième de perte, rassemblé en un seul culot ; & le fin qui manquoit aux matières essayées, entièrement restitué.

M É M O I R E

S U R L' O C R E.

Par M. G U E T T A R D.

L'OCRE, ainsi que le Tripoli, sur lequel j'ai donné en 1755 un Mémoire, est une substance qui, à cause du fréquent usage qu'on en fait dans les Arts, a beaucoup attiré l'attention des Naturalistes & des Chimistes; les recherches & les expériences des uns & des autres, ont donné naissance à une variété de sentimens sur la nature de l'ocre, telle qu'on pourroit encore faire maintenant cette question: qu'est-ce que c'est que l'ocre? Mais avant que de répondre à cette question, & pour le faire plus sûrement, je crois qu'il convient d'examiner l'ocre encore placée dans la terre & en situation; pour cet effet, je décrirai trois ocrières; j'ai vu la première, & l'ai décrite sur le lieu; la description des deux autres m'a été communiquée par des personnes qui demeurent dans les endroits où ces ocrières sont ouvertes, & qui les ont décrites à ma requisiion. La première, c'est-à-dire, celle que

j'ai examinée , est située dans un fond des gâtines de la paroisse de Bitry , entre Saint-Amand , Saint-Verain & Argenou , endroits peu éloignés de Donzy en Nivernois (1) les trous qu'on ouvre dans ces gâtines pour en tirer l'ocre , n'ont au plus que trente pieds de profondeur sur sept à huit de largeur ; ils forment un quarré ou un quarré long , c'est-à-dire que depuis leur ouverture jusqu'au fond , leurs quatre côtés sont toujours coupés à angles droits , & que ces côtés sont toujours proportionnellement de la même longueur ; ils sont composés dans leur hauteur de trois bancs de terres différentes qui précèdent l'ocre ; le premier est le moins épais , il fait le fond du terrain des gâtines , c'est un sable terreux , il peut avoir un pied ou deux de hauteur : au-dessous de ce banc en est placé un d'une glaise qui est d'un blanc cendré ou d'un bleuâtre tirant sur le noir ; les ouvriers appellent cette glaise , terre à pot ; elle sert réellement à faire de la poterie , les Potiers de Saint-Amand viennent souvent la chercher pour leurs ouvrages ; ce banc de glaise peut avoir dans

(1) On tire encore de l'ocre à la Villotte près de Bitry.

un trou de trente pieds de profondeur, neuf à dix pieds d'épaisseur, c'est le tiers ou à-peu-près de la profondeur totale : après ce banc, il y en a un autre d'une glaise dont la couleur est d'un rouge tirant sur le violet ; il est tantôt plus violet que rouge, tantôt plus rouge que violet ; les ouvriers donnent à cette glaise le nom de terre rouge ; la hauteur du banc qu'elle forme est un peu moins grande que celui de la première glaise : cette différence peut aller à un pied ou deux de moins ; entre ce banc & celui de l'ocre, on trouve un lit d'une espèce de grès jaune, ou d'un brun jaunâtre ; ce lit est composé de deux ou trois couches de ce grès, elles ont au plus un pouce d'épaisseur chacune ; le banc d'ocre qui est dessous, est le plus considérable de tous, il est au moins du tiers de la hauteur du trou, & posé sur le sable qui en fait le fond.

Les Ouvriers ne percent point ce sable, ils se contentent d'y creuser deux ou trois chambres immédiatement au-dessous de l'ocre ; ils continuent d'y travailler tant qu'un danger pressant ne les oblige point de cesser de miner ainsi sous terre ; quelquefois, sur-tout lorsque les années sont pluvieuses, le ciel de ces

chambres courbe & les met dans le danger d'être ensevelis sous les éboulemens des terres ; les différens trous qu'on perce dans ce canton sont tous , ou à très-peu de chose près , ainsi composés : L'ocre est très-jaune lorsqu'on la tire de terre ; elle est toujours alors un peu mouillée : elle prend à sa superficie , en se desséchant , une couleur légèrement cendrée : pour l'avoir , les ouvriers percent les différens bancs de glaïses & celui de l'ocre , en les fendant avec des coins de bois coniques , longs de plus d'un pied & pointus : ils les font entrer à force de coups de maillet de bois , & enlèvent par ce moyen des quartiers assez considérables de ces terres : l'ocre qui est ainsi coupée s'appelle *ocre en quartier* ; les petits morceaux qu'on ne peut guère s'empêcher de faire , se nomment *le menu*. L'ocre en quartier & le menu sont d'abord apportés du fond des chambres sur le plancher du trou , & de-là sur ses bords , où l'on sépare l'ocre des glaïses qui peuvent y être restées attachées , & l'on garde séparément ces deux substances ; on en fait près des trous des tas ou des espèces de meules à-peu-près coniques ; ces meules , par leur quantité , font un effet assez singulier , lorsqu'on

les voit à une certaine distance; la belle couleur jaune de cette terre leur donne un air d'une substance d'un prix infiniment plus grand que n'est celui de l'ocre.

Lorsqu'on a ainsi tiré une certaine quantité d'ocre, & qu'elle a commencé à se sécher, on la transporte dans des halles de trois à quatre pieds de longueur, sur une largeur à peu-près égale; elles sont faites de poutres espacées de façon qu'elles laissent des jours entre elles: le haut de cette espèce de cage est couvert en tuiles ou en chaume; on y laisse l'ocre jusqu'à ce qu'elle soit bien desséchée; on l'entonne alors dans de vieux fûts à vin, & on les arrange avec soin.

Voilà tout l'art qu'on emploie ordinairement dans l'exploitation de l'ocre jaune, lors sur-tout qu'on se propose de la vendre en gros; les ouvriers donnent quelquefois une petite préparation à celle qui est pour vendre en détail; ils en forment de petits pains quarrés; à cet effet ils la pétrissent comme l'on pétrit la pâte, ils nettoient pour cela une place proche des trous, & là ils étendent avec les pieds les quartiers d'ocre, qu'ils humectent avec l'eau qu'on tire des trous; lorsqu'ils ont ainsi amolli

L'ocre jusqu'à un certain degré , ils la jettent sur une espèce de table faite de quelques planches mobiles , portées sur des traverses attachées à quatre pieux qui sont plantés en terre , pour lors ils battent & broient l'ocre avec un gros bâton , ensuite ils en prennent avec une petite palette une certaine quantité , & en forment avec leurs mains des petits pains de quelques livres pesant , auxquels ils donnent une figure quarrée en frappant sur les surfaces du morceau qu'ils ont pris : l'on fait ensuite sécher de nouveau ces pains , & on les entonne , lorsqu'ils sont secs , dans des fûts semblables à ceux dont on se sert pour l'ocre en quartiers.

On ne trouve pas dans l'ocrière de Bitry d'ocre naturellement rouge , celle qu'on en envoïe est due à l'art , cet art est encore des plus simples : on penseroit d'abord lorsqu'on voit un trou de ces ocrières , que l'on fait l'ocre rouge avec la terre qui a cette couleur , & qu'on tire de ce trou ; on s'imagineroit qu'il ne s'agiroit que de donner à cette terre les préparations qu'on donne à l'ocre jaune , mais cette ocre rouge n'est que l'ocre jaune qui a souffert une espèce de calcination.

Cette calcination se fait dans un fourneau semblable à ceux des tuileries, c'est-à-dire, que c'est un quarré long, coupé vers le tiers de sa hauteur de plusieurs traverses de briques longitudinales, & par d'autres transversales posées à une certaine distance les unes des autres, & qui laissent ainsi des jours pour donner une issue à la flamme; on pose sur cette espèce de foyer les quartiers d'ocre jaune; on les y arrange en sautoir, de façon qu'ils laissent également des jours entr'eux pour faciliter le passage de la flamme qui s'échappe avec la fumée par les soupiraux ou cheminées qui sont pratiqués au haut du fourneau; on remplit ainsi tout cet espace du fourneau; l'on fait au-dessous un feu de bois qui dure trois jours de suite sans discontinuer; il doit être modéré les deux premiers jours, on l'augmente considérablement le troisième; l'ocre est alors devenue rouge; si on la retiroit plutôt, elle ne seroit que d'un brun rousâtre, & plus dure que la rouge; l'ocre ainsi calcinée s'entonne dans des fûts de même que la jaune, & se vend de même par tonneaux.

L'opération de la calcination de l'ocre jaune se fait probablement de la même

façon dans les autres ocrières sur lesquelles j'ai quelques connoissances , je n'en ai point eu la description , mais celle des trous d'où l'on tire l'ocre ; ces ocrières sont celles de la Paroisse de Saint-George-sur-la-Prée dans le Berry, & de la Paroisse de Tannay proche Saint-Bouise-sous-Sancerre en Brie (1). La Paroisse de Saint-George-sur-la-Prée est située sur un coteau qui sert de rivage à la rivière de Cher ; cette élévation domine tout le pays des environs, & offre à tout ce canton , & sur-tout à l'ocrière, un coup d'œil des plus agréables. Les trous de l'ocrière sont ouverts sur une petite montagne ; ils ont ordinairement cinquante à soixante pieds de profondeur sur quatre à cinq de largeur : on ouvre, en les faisant , quatre à cinq pieds de terre commune , quinze à seize pieds d'une terre argilleuse , mêlée de cailloutage : on trouve ensuite un banc de gros sable rouge , de l'épaisseur de trois à quatre pieds , qui est immédiate-

(1) La Description de la première m'a été envoyée par M. *Pinault*, Curé de Saint-George-sur-la-Prée, qui l'avoit faite lui-même. Celle de la seconde, par M. *Guigne*, Curé de Saint-Bouise, qui l'avoit eue du Propriétaire de l'ocrière.

ment suivi d'un massif de grès gris & luisant, de cinq à six pieds d'épaisseur, & quelquefois si dur, qu'on est obligé d'employer la poudre pour le rompre. Après ce massif, on perce une terre brune plus ferme & plus solide que l'argile; elle a d'épaisseur dix-huit à vingt pieds: elle change ensuite de couleur & est jaunâtre, le banc qu'elle forme a deux ou trois pieds d'épaisseur: sous ce banc est placé celui de l'ocre, qui s'étend au loin horizontalement; il n'est tout au plus épais que de huit à neuf pouces. On trouve immédiatement dessous l'ocre un sable passablement fin & luisant, dont on ne peut connoître la profondeur; ce qu'il y a de constant, c'est qu'on le creuse ordinairement de la hauteur d'un homme pour y faire des conduits, & prendre l'ocre au-dessus de la tête. L'ocre ne se trouve point par quartiers séparés, elle forme un lit continu dans toute sa longueur, & conserve presque par-tout son épaisseur; elle est tendre dans la mine, & on la coupe aisément avec la bêche; elle est originairement d'un jaune foncé, mais elle pâlit un peu & durcit en séchant. L'ocre n'est point mêlée de glaise d'aucune couleur, mais s'il se fait des fentes dans sa lar-

geur , il s'attache une petite quantité d'une matière blanche aux parois des deux parties séparées. Il ne se trouve aucuns cailloux dans le corps de l'ocre , mais une espèce de gravier de l'épaisseur de deux ou trois doigts , tient à l'ocre par-dessous ; il y a parmi ce gravier quelques petites pierres de la couleur de l'ocre , assez tendres , & qui semblent se former par couches ; elles sont ordinairement plates , on en rencontre rarement de rondes.

L'ocrière de Tannai en Brie , est ouverte dans une terre labourable : cette terre est maigre , & a peu de consistance : elle forme le premier banc des puits dont on tire l'ocre , & elle peut avoir environ trois pieds d'épaisseur ; sa couleur est blanchâtre : elle est suivie d'une dont le lit est de cinq à six pieds aussi dans son épaisseur ; elle est grise & propre à faire de la tuile & des poteries : au-dessous de cette terre , il y en a une dont le blanc est épais d'environ huit à neuf pieds ; ensuite on en trouve une couleur de lie de vin , qui n'a environ qu'un pouce dans cette dimension , & sous laquelle est placé un lit également d'un pouce , formé par une matière pyriteuse , & qui ressemble à du poivre ;

ensuite vient le banc de l'ocre, qui a huit ou neuf pouces, & quelquefois un pied d'épaisseur ; il est porté dessus un sable verdâtre qu'on ne passe pas. Quand on trouve l'ocre plus profondément, chaque espèce de ces terres forme un lit plus épais, excepté l'ocre & la terre rouge, qui sont presque toujours de la même épaisseur. On rencontre quelquefois en remuant ces terres, des pierres de grès très-grosses, & propres aux ouvrages des fourneaux à fer.

Lorsqu'on compare les descriptions de ces trois ocrières avec celle que M. le Monnier le Médecin a donnée dans ses Observations d'Histoire Naturelle, insérées à la suite de l'Ouvrage de M. Cassini de Thury, sur la Méridienne de la France, *page 118*, on ne peut s'empêcher d'être frappé des rapports qu'il y a entre ces ocrières ; les lits des sables & des glaises (car les argilles dont il est parlé dans celle de Saint-George-sur-la-Prée, & probablement les terres que M. le Monnier nomme ainsi, sont de vraies glaises) gardent le même arrangement ; de plus, l'on trouve des grès & des pyrites dans ces ocrières, & il paroît que les lits de ces substances sont semblablement posés dans toutes ces ocrières.

Il y auroit cependant une petite différence, si ce que M. le Monnier rapporte d'après un ouvrier, est réel; savoir, qu'il se trouve plusieurs lits de sable & d'ocre posés alternativement les uns au-dessus des autres, ce qui pourroit être vrai, puisque M. le Monnier assure en avoir vu deux de sable & d'ocre dans cet arrangement; mais comme les ouvriers des ocrières dont j'ai donné les descriptions, ne percent pas le lit de sable qui est au-dessous de l'ocre, je ne puis déterminer s'il en seroit ainsi de ces ocrières. M. le Monnier dit encore que l'ocre est pâle & presque blanche dans l'ocrière dont il parle, & qu'elle devient d'un beau jaune à l'air. Il arrive le contraire dans les ocrières que j'ai décrites; l'ocre étant mouillée, devient toujours d'un plus beau jaune qu'elle ne l'est naturellement, & lorsqu'elle est encore dans la mine, l'humidité la pénètre toujours. Une troisième différence consiste en ce que le lit d'ocre de l'ocrière que j'ai vue, est beaucoup plus épais que ceux des autres dont j'ai parlé, & de celle que M. le Monnier a décrite: c'est probablement la grande quantité d'ocre que ce lit fournit, qui fait dire aux ouvriers de cette ocrière, qu'elle est beaucoup,

beaucoup plus abondante qu'aucune de celles qu'on connoît en France : ils prétendent encore que leur ocre est meilleure que toutes ces autres. Je ne fais pas sur quoi ils appuient leur sentiment ; il est probable que ce n'est de leur part qu'un préjugé favorable à leur travail , préjugé qui leur est commun avec tous les ouvriers de quelques genres que ce soit. L'ocre qu'ils tirent de leurs mines , n'est pas plus fine ni plus pure que celle des autres ocrières ; ces ocre , comme celles-ci , ne renferment aucune partie qui ne soit pas ocre , si ce n'est quelquefois de la pyrite ferrugineuse : le sable ou le gravier sur lequel le lit d'ocre est posé , n'est pas mêlé dans la masse de l'ocre , il n'y forme au plus qu'une croûte du côté qu'il touche.

Il y a donc un rapport considérable entre toutes ces ocre & les mines dont on les tire ; les petites différences qu'on y observe ne sont pas essentielles , & ne dépendent peut-être que de la profondeur plus ou moins grande qu'on est obligé de donner à ces mines pour parvenir au lit d'ocre : ce qui ne vient probablement que de la situation du lieu où l'on ouvre ces mines. Par exemple , les ocrières qui sont dans des fonds , ne

doivent pas être si profondes que celles qui sont sur des montagnes ou sur des collines : dans celles-ci on peut percer plusieurs lits d'ocre , qu'il ne seroit peut-être pas facile de pénétrer dans les ocrières placées dans les vallées , à cause de l'eau qu'on y trouve beaucoup plutôt , qu'il seroit très-dispendieux de tarir , & que le profit qu'on retire de l'ocre ne pourroit peut-être pas compenser.

Aidés de toutes ces Observations , voyons maintenant si l'on peut répondre à la question sur la nature de l'ocre que j'ai annoncée au commencement de ce Mémoire : pour y répondre avec encore plus de connoissance de cause , je crois qu'il est nécessaire de rapporter ici les différens sentimens que l'on a eus sur cette matière.

Théophraste est celui de tous les Anciens dont les ouvrages nous sont parvenus , qui ait le mieux écrit sur l'ocre ; il veut que ce fossile soit une terre argileuse : il en reconnoît de deux espèces , l'une est jaune & l'autre rouge ; celle-ci est naturelle ou factice , c'est-à-dire , qu'il y en a à laquelle la couleur rouge est naturelle , & que la couleur de l'autre n'est dûe qu'à la calcination par laquelle on faisoit passer l'ocre jaune. A

cet effet on remplissoit de cette terre des pots qu'on couvroit d'argille, & qu'on plaçoit dans des fourneaux où elle prenoit une couleur plus ou moins rouge, suivant le degré de feu qu'on faisoit. Théophraste vouloit encore que les ocres jaunes & rouges naturelles eussent souffert dans la terre même l'action des feux souterrains.

Dioscoride, Galien, Vitruve, Pline même, n'ont parlé de l'ocre que comme d'une terre dont on se servoit dans la Médecine ou dans la Peinture, & n'ont rien dit de sa nature. Les Commentateurs qui ont travaillé à éclaircir les difficultés qui pouvoient être dans ces Auteurs, n'ont pas étendu nos idées beaucoup plus loin que n'avoient fait les Ecrivains qu'ils ont commentés.

Ce n'est que depuis que l'on a recherché à connoître la nature de l'ocre, qu'on l'a soumise à des expériences chimiques, qu'on a voulu arranger systématiquement les substances dont les Minéralogistes font des recherches, ce n'est, dis-je, que depuis ce temps qu'on a commencé à varier sur la façon de penser au sujet de l'ocre. Les expériences de Chimie nous ayant appris que l'ocre contenoit une grande quantité de

fer, & que lorsqu'on la traitoit avec des matières qui contiennent du phlogistique, elle se convertissoit presque entièrement en fer : des Auteurs systématiques ont rangé l'ocre avec les mines de fer plutôt qu'avec les terres avec lesquelles beaucoup d'autres la plaçoient. Parmi ces derniers Auteurs, il y en a qui la regardent comme une glaise qui ne diffère des autres que parce qu'elle contient beaucoup plus de fer que les glaises ordinaires ; d'autres, du nombre desquels sont MM. Hill & d'Acosta, la placent avec les argilles, & reconnoissent pour ocres toutes substances qui sont friables, douces au toucher, & qui se dissolvent facilement dans l'eau ; ils subdivisent ensuite les ocres en ocres vitrifiables, & en ocres alkalines, ou propres à faire de la chaux.

Ces derniers systématiques ont à la vérité multiplié les ocres plus que n'avoient fait les premiers, mais ils nous ont encore plus que leurs prédécesseurs, jetté dans l'embarras sur la nature de l'ocre, de sorte qu'on ne fait plus maintenant si l'ocre est une glaise, une argille, une mine de fer ; & si une terre pour être regardée comme une ocre, doit être vitrifiable ou alkaline, ou si les unes ou les autres de ces terres peuvent être réel-

lement des ocres étant vitrifiables ou ne l'étant pas.

Quelle voie doit-on donc prendre maintenant pour lever ces doutes, & quel est le point fixe sur lequel on doit s'appuyer pour déterminer nos idées à ce sujet? il me semble qu'on ne peut mieux faire que de prendre la vraie ocre, l'ocre commune pour le terme de comparaison, duquel on doit rapprocher toutes les autres terres qui peuvent être des ocres.

Pour le faire avec justesse, il me paroît qu'il faut regarder comme de vraies ocres toutes les terres qui ont les mêmes propriétés que celle que tous les Auteurs, de quelque avis qu'ils soient, avouent être la terre qui a la première porté ce nom. Or, cette ocre, qui est celle que nous employons communément dans les Arts, qui est naturellement jaune, & qui par l'action du feu, devient rouge, doit être, pour ainsi parler, l'étalon sur lequel il faut mesurer les terres qu'on peut ranger au nombre des ocres: cette ocre est douce au toucher, s'attache à la langue, se durcit au feu, y devient un mauvais verre si le feu est très-violent, donne des parties ferrugineuses, en la mêlant avec du phlogistique,

si on la pousse ainsi mêlée à un semblable feu, & enfin ne se dissout pas aux acides minéraux, mais à l'eau commune.

En admettant ces principes, il sera facile de reconnoître si une terre est une vraie ocre ou si elle n'en est pas une : on constatera facilement si le *giallolino* ou jaune de Naples, le *fil* de Syrie, l'*alماغra* des Modernes, ou le *fil* Attique, le bol de Venise, la terre de Sinope, la terre d'Ombre & celle de Cologne, la pierre d'Arménie, la craie noire & les autres substances que des Systématiques placent avec les ocres, peuvent ou non être réellement rangées avec elles.

Quelques couleurs que ces matières puissent avoir, on ne doit pas les ôter du nombre des ocres si elles ont toutes les autres propriétés que l'on reconnoît dans l'ocre commune ; je ne les en ôteroï pas plus, quand elles ne feroient pas friables sous les doigts, quand elles seroient légères ; l'ocre rouge commune, qui n'est que l'ocre jaune qui a passé par le feu, n'en est pas moins une ocre, pour avoir changé de couleur, & pour y avoir pris un degré de solidité & de dureté que l'ocre jaune n'a pas.

Pour me mettre en état de faire par moi-même cet examen, je me suis pro-

curé le plus que j'ai pu de ces différentes terres, & l'examen que j'en ai fait, m'a découvert des différences qui m'engagent à ôter du nombre des ocres quelques-unes de ces matières.

Le *giallolino* ou jaune de Naples, par exemple, qui est une substance dure, pesante, grenue, d'un jaune vif & formant une espèce de pierre, ne se dissout pas, il est vrai, à l'eau forte, mais elle n'est pas douce au toucher, ne tient pas à la langue, & a plutôt l'air d'une matière qui a passé par le feu, que d'une terre naturelle; ce feu à la vérité peut être celui de quelque volcan, l'endroit d'où on nous l'apporte pourroit le faire penser, & j'adopterois volontiers ce sentiment; mais je ne regarderois cette matière comme une ocre que lorsqu'il seroit bien établi que la substance première, dont le *giallolino* est naturellement formé, est une terre de la nature de l'ocre, & qui auroit été durcie par ces feux souterrains; elle seroit quant à la dureté, dans le cas de l'ocre jaune qui a été calcinée.

Si le sentiment de Théophraste qui pensoit que l'ocre commune même avoit souffert l'action de quelque feu semblable, étoit vrai, le *giallolino* pourroit

encore à plus forte raison, être regardé comme une ocre ; mais il est plus que probable que le sentiment de Théophraste ne peut pas être admis : la Description des ocrières que j'ai donnée , prouve incontestablement que notre ocre commune n'est pas le résultat de l'opération de quelque feu , les bancs de sables , de glaises & d'ocre y sont trop régulièrement posés , pour qu'ils aient ainsi été arrangés par l'action d'un volcan. Ce que les volcans forment , annonce le désordre & la confusion , tout y est ordinairement pêle-mêle , & dans différens sens & inclinaisons ; au lieu que dans les ocrières tout y est régulier , & posé horizontalement ; on y reconnoît plutôt l'effet de quelques dépôts occasionnés par des alluvions ; & le gravier qui se trouve au-dessous de l'ocre , ressemble plutôt au gravier des bords de la mer ou des rivières , qu'à des graviers de matières brûlées ou de pozzolane.

Il n'est donc guère possible d'attribuer la formation de l'ocre à des volcans : & dès lors le sentiment de Théophraste ne peut se soutenir ; c'est plutôt , à ce qu'il mène paroît , par analogie que Théophraste l'a adopté , que conséquemment à des observations qu'il eût faites dans les

endroits d'où l'on pouvoit de son temps tirer de l'ocre ; il favoit que l'ocre jaune poussée au feu , devient rouge : il en concluoit que les ocres rouges naturelles devoient avoir subi dans la terre une semblable opération , & il n'a pas même trop hésité d'étendre cette supposition à toutes les autres ocres naturelles qu'il connoissoit.

Je sens bien qu'il peut très-facilement arriver qu'il y ait des terres rouges qui n'aient cette couleur , que parce qu'elles ont souffert une espèce de calcination par les feux souterrains : il suffit pour cela qu'il se trouve dans les montagnes où ces feux s'allument , des glaïses de couleur jaune qui soient un peu attaquées par ces feux. J'ai parlé dans mon Mémoire sur les volcans éteints de l'Auvergne , d'une terre rouge & dure du haut du Mont-d'or , laquelle l'on pourroit regarder comme une ocre véritable , & de l'espèce de celle qu'on appelle communément *rouge-brun* ; cette terre pourroit bien n'avoir cette couleur que conséquemment à cette opération naturelle ; mais je n'en conclurois certainement pas que toutes les autres ocres , de quelque couleur qu'elles soient , y ont été soumises : je tirerois au contraire plutôt

de ce que j'ai observé dans les ocrières, cette conséquence que les ocres sont des glaïses colorées par une matière ferrugineuse, plus abondante que celle qui peut se trouver dans les glaïses des bancs qui précèdent celui de l'ocre. En effet, le banc de l'ocre y est posé horizontalement de la même façon que les glaïses sous lesquelles il est placé : il est sensible que le dépôt qui s'y en est fait, a été formé par la même cause, que cette cause a agi avec tranquillité & successivement : de plus on fait que les ocres, de même que les glaïses, sont douces au toucher, qu'elles s'attachent à la langue, ne se dissolvent pas aux acides, mais à l'eau commune, & se durcissent au feu : on fait encore que les glaïses jaunes deviennent rouges par la calcination, & que plus ces glaïses sont jaunes & approchent du jaune de l'ocre, plus elles prennent un rouge approchant de celui que l'ocre jaune acquiert dans le feu. Je pense donc, d'après ces Observations & ces expériences, qu'il est plus naturel de conclure que l'ocre est plutôt une glaïse que toute autre terre, & qu'elle n'est pas plutôt dûe aux volcans que les autres glaïses ; mais qu'on doit au contraire regarder les unes & les autres comme

ayant été déposées par les eaux, ou par quelque autre cause indépendante de ces feux souterrains.

Ceci supposé, je passe à l'examen des autres matières qu'on a regardées comme des ocrés : les terres vertes communes & de Vérone, ne me paroissent convenir avec les ocrés qu'en qualité de glaises ; les expériences auxquelles on les soumet, présentent les mêmes phénomènes ; elles s'attachent à la langue, les vertes sur-tout, elles ne se dissolvent pas à l'eau-forte, mises au milieu des charbons d'un foyer ordinaire, excité par le soufflet, elles y durcissent, deviennent noires, & en quelques minutes de temps donnent des marques d'une vitrification commençante ; comme les glaises, elles sont douces au toucher, mais elles font sous les doigts l'impression qu'on ressent, en touchant la craie de Briançon ; elles ont quelque chose de foyeux. Je placerois donc plus volontiers ces terres avec les glaises communes qu'avec les ocrés, & je les distinguerois par leur couleur verte, & par leur propriété d'être plus ou moins foyeuses.

Une terre, ou plutôt une pierre qu'il me paroît encore plus difficile de ranger parmi les ocrés, où MM. Hill & d'Acosta

492 MÉMOIRES DE L'ACAD. ROY.

la placent , est celle qu'on appelle communément craie noire , & dont plusieurs sortes d'ouvriers se servent pour tracer des lignes : cette pierre ; comme pierre glaiseuse , présente plusieurs phénomènes semblables à ceux qu'on observe , en examinant l'ocre suivant les mêmes procédés ; mais lorsqu'on a vu cette pierre dans les carrières d'où on la tire , on a peine à se persuader qu'elle soit une ocre , & l'on est plus porté à la rapprocher des schistes , comme ont fait MM. Linnæus & Vallerius. Les bancs de cette pierre sont inclinés à l'horizon , à peu près comme les schistes , comme eux elle se lève par feuillets ; en un mot , elle paroît être un schiste , ou , comme dit M. Vallerius , une ardoise qui s'est décomposée , ou un schiste qui n'a pas pris de consistance ; c'est ce que j'ai observé dans les carrières de cette pierre , qui sont ouvertes à la Ferrière , village de Normandie , peu éloigné de Séez. La direction des rochers de ces carrières est du levant au couchant , ils sont par lits de différentes hauteurs , & plus considérables à proportion qu'ils sont placés plus profondément ; les premiers ne sont composés que de petites pierres , d'un grain moins fin que celui des pier-

res des lits qui les suivent : le premier peut avoir un ou deux pieds ; le lit qui suit est d'une pierre plus parfaite , pas tant cependant que celle des lits qui sont au-dessous , celui-ci est peut-être un peu plus haut que le premier ; les suivans sont des quartiers de quatre à cinq pieds de hauteur continus , au lieu que les petites pierres des deux premiers lits sont séparées les unes des autres ; les pierres du troisième lit se lèvent par blocs aussi gros qu'on le veut , elles sont plus fines , s'exfolient plus aisément , sont plus cassantes , & marquent beaucoup mieux ce qu'on veut tracer par leur moyen. On ne descend pas beaucoup au-dessous de ce lit ; ou l'on n'en enlève que quelques autres , ce qui fait que les trous de ces carrières n'ont guère plus de vingt pieds de profondeur. On remplit ces trous des décombres que l'on a faits en les formant , & des terres des environs : ces terres sont d'un noir semblable à celui de cette pierre.

La surface extérieure de tous les lits , à commencer sur-tout depuis le second inclusivement , se couvre lorsqu'ils ont été quelque temps exposés à l'air , d'une poussière couleur de soufre , qui peu à peu devient très-blanche : cette poussière

n'est autre chose que du soufre, qui est produit par la surface de ces pierres qui tombent en efflorescence. L'odeur qui se fait sentir en entrant dans ces carrières, quoiqu'ouvertes en plein air, & du nombre de celles qu'on appelle à ciel ouvert, le démontre de façon à ne laisser aucun doute sur cet article.

Je ne fais si la première couleur que cette poussière a en se formant est soufrée, il me paroît au contraire qu'elle est d'abord noire, car lorsqu'on enlève de dessus les pierres les croûtes qui s'en forment, le dessous de celles qui sont soufrées, est d'une couleur noire, & celui des blanches est soufré: le passage se fait donc du noir au blanc par la couleur moyenne du soufre, ce qui paroît être assez selon l'ordre des couleurs.

Outre cela, on remarque dans certains trous percés naturellement, quelquefois entre les bancs des pierres, quelquefois dans leur milieu; on remarque, dis-je, une poussière noire qui a quelque humidité, & que je crois tomber des surfaces de ces trous qui se détruisent: elle n'est probablement ni soufrée ni blanche que parce qu'elle n'est point assez exposée à l'air, & ne peut par conséquent pas acquies le degré de

desséchement que la poussière qui est attachée aux surfaces extérieures des bancs a acquise, pour devenir de l'une ou de l'autre des deux couleurs que prend cette poussière étant à l'air libre : c'est par ce desséchement que celle-ci parvient à ces états, puisque la poussière noire est plus mouette, plus tenace que la soufrée, celle-ci plus que la blanche, & que souvent si les couches formées par cette terre sont un peu épaissies, on voit qu'elles sont composées de trois lames, qui ont l'une ou l'autre de ces couleurs arrangées dans cet ordre : la noire touche la pierre, la blanche est à l'extérieur, & la soufrée entre les deux autres.

C'est, à ce que je crois, la seconde de ces couleurs, c'est-à-dire, la blanche, qui a fait donner par les Carriers le nom de salpêtre à la poussière qui a pris cette couleur : l'odorat cependant annonce que c'est plutôt du soufre, puisque, comme je l'ai dit plus haut, on est d'abord frappé de cette odeur dès le premier pas qu'on fait dans ces carrières, quoiqu'elles soient ouvertes en plein air, & que la vapeur dûit par conséquent s'évaporer aisément.

Il me paroît que ce n'est que sur un

fondement aussi foible que M. Lémery dit dans son Dictionnaire des Drogues (1), que la terre qu'il appelle *ampelise*, ou pierre noire, donne du salpêtre, il ne rapporte pas du moins les expériences qu'il pourroit avoir faites à ce sujet ; il se contente de dire qu'elle contient beaucoup de soufre & de sel, & qu'on en tire du salpêtre. C'est probablement des pierres noires de la Ferrière qu'il parle, puisqu'il en place les carrières proche Alençon, la Ferrière n'en est pas beaucoup éloignée ; il pourroit cependant se faire qu'il parlât de celles qui sont dans les environs de Domfront, où l'on m'a assuré qu'il y en avoit dont la pierre étoit plus dure que celle de la Ferrière : au reste, quoi qu'il en soit du lieu des carrières dont M. Lémery parle, il y a tout lieu de penser que ce n'est que sur des rapports que cet auteur avance que ces pierres donnent du salpêtre.

Ce n'est pas que je ne pensasse volontiers qu'on peut retirer du nitre de ces pierres ; une expérience que j'ai faite me porteroit facilement à le croire : j'ai mêlé

(1) *Voy. Diction. des Drogues, par Lémery, au mot Ampelitis.*

de la poussière noire avec du charbon, & j'ai mis ce mélange dans une cuiller de fer placée sur des charbons ardents ; au bout de quelques minutes, le tout a détonné à-peu-près comme la poudre fulminante : mais cet effet n'est-il pas dû à une combinaison nouvelle qui s'est faite au moyen du feu ? le sel que ces pierres donnent naturellement, ne seroit-il pas alumineux ou vitriolique ? C'est ce que je n'ai pas pu encore déterminer par des expériences : ce qui mérite d'être suivi exactement, & ce que je me propose de faire par la suite : je dirai seulement ici que Wallerius (1) rapporte que la pierre noire contient beaucoup d'alun.

Il me paroîtroit que le sel de la pierre noire de la Ferrière pourroit bien être vitriolique ; l'efflorescence où tombe cette pierre, me semble avoir beaucoup de rapport à celle que souffrent les pyrites vitrioliques, qui donnent aussi, comme l'on fait, beaucoup de soufre ; ce qui leur arrive souvent, lors même qu'elles se décomposent ainsi dans l'intérieur de certains cailloux. J'ai vu de

(1) *Voy. Waller. Minéralog. pag. 137, esp. 71, & pag. 303, espèce 184, t. I, édit. franç. Paris, 1753.*

ces cailloux, & on en conserve plusieurs dans le Cabinet de S. A. S. Mgr. le Duc d'Orléans : ces cailloux, qui sont des pierres à fusil des environs de Laigle en Normandie, ont des cavités remplies de pyrites, qui sont souvent en partie ou en total, décomposées en une matière noire, soufrée ou blanche, qui a l'odeur de soufre, & qui même s'enflamme. On trouve une semblable poussière dans des cailloux sphériques plus ou moins aplatis, qui sont des environs de Besançon : cette poussière sulfureuse n'est, à ce que je crois, dûe qu'à des pyrites tombées en efflorescence, soit que cette efflorescence se soit faite peu de temps après la formation de ces cailloux, lorsqu'ils pouvoient facilement être pénétrés par l'air, ou parce qu'ils ont de petites fêlures capables de laisser entrer assez d'air pour qu'ils puissent attaquer les pyrites & les décomposer.

Je ne m'arrêterai pas davantage à cet objet, je me contenterai pour finir ce que j'ai à dire sur les pierres noires, de faire remarquer que des pierres qui ont tant de rapport avec les schistes & les ardoises, par leur figure rhomboïde, par leur position dans les carrières, par leur facilité à s'exfolier, ne me paroissent

pas devoir être rangées avec les ocre. Si par la craie noire on n'entendoit parler que de la terre noire qui est dûe à l'efflorescence de ces pierres, ou de celle qui se trouve dans les environs de ces carrières, ce sentiment pourroit peut-être se soutenir, en regardant avec quelques Naturalistes, les ocre comme une dissolution de quelque minéral faite dans la terre ou à l'air par l'action de quelque acide aussi minéral; j'aimerois alors ne pas faire un genre particulier de l'ocre, & je suivrois le sentiment de ceux qui placent ces terres avec les minéraux dont on imagine qu'elles font des décompositions, & je caractériserois ces terres par leur couleur & la substance minérale qu'elles contiennent.

Mais comme on n'a pas des preuves aussi complètes que l'ocre, proprement dite, est une décomposition de mines de fer, qu'on en a que l'efflorescence des pierres noires, en est réellement une de ces pierres, je pense qu'il est beaucoup mieux de laisser l'ocre dans la classe des glaises, où beaucoup de Naturalistes l'ont placée.

De plus, il faudroit pour conserver en un point une uniformité d'idées, mettre le *lac luna* au nombre des ocre : le vrai

lac luna est une décompositon de pierres calcaires; en cette qualité il me semble qu'il pourroit aussi bien être regardé comme ocre, que la décomposition des mines de fer, de cuivre, de zink, & surtout de pierre noire; mais le *lac luna* n'a été rangé au nombre des ocres par aucun des Systématiques, qui le regardent ordinairement comme une marne fine & en poussière: ceux même qui reconnoissent des ocres alkalines ou calcaires, ne lui donnent pas place parmi ces terres.

Le sable n'est, suivant bien des Auteurs, que le *detritus* de rochers de cette nature; ceux qui pensent ainsi feroient-ils raisonnablement recevables à regarder les sables comme des ocres, quand même ils n'admettroient dans ce nombre que les sables jaunes ou rouges, qu'on pense n'être ainsi colorés que parce qu'ils ont été teints d'une matière ferrugineuse. Les sables ont toujours fait un genre particulier, quoiqu'à la rigueur, il seroit peut-être mieux de le confondre avec celui des grès, & ne considérer les sables que comme des grès décomposés ou comme du grès qui n'est pas lié, & ne fait pas masse.


De toutes ces considérations, je conclurois enfin qu'il n'y a de vraies ocres

que les terres qui sont douces au toucher , qui tiennent à la langue , qui durcissent au feu , qui ne se dissolvent pas dans l'eau-forte , & qui donnent beaucoup de fer , traitées avec du phlogistique : j'en concludrois encore que les ocres sont des glaises , dont le caractère essentiel & spécifique est de donner cette quantité de parties ferrugineuses ; ce qui me feroit définir l'ocre , une glaise très-ferrugineuse , dont les variétés seroient d'être d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé , sans cependant exclure du nombre des ocres , toute autre terre qui auroit une autre couleur , pourvu qu'elle contînt beaucoup de fer. Les ocres n'étant dans ce principe que des glaises , je ne ferois pas un genre particulier de ces terres , mais je ne les regarderois que comme des espèces de glaises : à la rigueur , celles de ces terres qui sont jaunes , & souvent d'un jaune aussi beau que celui de l'ocre , ne sont-elles pas de véritables ocres ? ne contiennent-elles pas toujours des parties ferrugineuses ? & un peu plus ou un peu moins de ces parties devoit-il les exclure du nombre de ces terres ? ne deviennent-elles pas rouges au feu , aussi-bien que les ocres ? Les glaises rouges , & dont il

y a tant de nuances, ne pourroient-elles pas être aussi regardées comme des ocres rouges? & faudra-t-il qu'une petite variété dans la couleur ou dans la finesse des parties, sépare des terres qui ont tant d'autres rapports? les ocres jaunes ou rouges sont-elles toutes également fines? leur couleur est-elle égale dans toutes? L'on fait qu'il en est autrement: rien dans la Nature n'est entièrement semblable; ce n'est que par les propriétés générales que les êtres qui ont du rapport les uns aux autres, conviennent entr'eux.

Une preuve de cette règle qui se tire même de l'ocre commune, est que cette ocre poussée au feu, donne au même degré différentes nuances de couleur, ce qui ne vient probablement que du plus ou moins de fer que différens morceaux peuvent contenir, ou de la variété qui peut être dans la finesse des parties: rien par conséquent n'est plus naturel que de réunir sous un même genre les glaises & les ocres.

J'ai vu en Normandie plusieurs glaises, sur-tout des jaunes, qui avoient tout l'air par la beauté de leurs couleurs, d'être des ocres: on les regarde même comme telles dans quelques cantons de

cette Province. J'en ai reçu une d'Orbec, qui m'étoit envoyée par M. Chaumont, Maître des Comptes, qui me marquoit en même temps que « cette ocre, com-
 » me  l'appelloit, étoit de la côte de
 » Chambroy, que les Tourneurs s'en
 » servoient pour jaunir leur bois après
 » qu'ils l'ont travaillé ; personne qu'eux,
 » dit encore M. de Chaumont, ne l'a
 » mise en usage : cette ocre est pleine
 » de petits cailloux, de sable & de gra-
 » vier, qui la rendent incapable de ser-
 » vir dans l'état où elle est en sortant de
 » terre ; étant lavée, elle est très-douce,
 » & prend à la langue ». J'en ai encore
 reçu une d'un jaune plus beau & plus
 vif, sous le nom d'ocre ; elle m'étoit
 envoyée par M. l'abbé Rose, dont j'ai
 parlé dans mon Mémoire sur les figues
 pétrifiées : cette terre tient aussi à la lan-
 gue, elle est fort douce au toucher, &
 d'un grain fin, de même que celle de
 Chambroy, elle ne se dissout pas dans
 l'eau-forte, elle est des environs de
 Tours.

Quant aux glaïfes rouges, elles ne
 sont pas rares dans les endroits où l'on
 trouve les jaunes ; je n'y ai rien observé
 de singulier, qui demande à être rap-
 porté ici : je remarquerai seulement,

par rapport à une qui est gris-de-lin ; qu'on l'emploie dans quelques cantons à peindre le devant des maisons. Il s'en trouve une semblable du côté de Saint-Martin-de-la-Besace, sur la grande route qui va de Caen en basse Bretagne.

Puisque quelques-unes de ces glaises sont déjà employées en qualité de couleurs, il y a lieu de penser que, si toutes ne pouvoient pas servir à ce même usage, on pourroit en trouver un grand nombre qui ne seroient pas à négliger, & qui poussées avec précaution à différens degrés de feu, procureroient peut-être des couleurs rouges, préférables au rouge que donne l'ocre ordinaire.

Les mines de fer qu'on exploite pour plusieurs forges de la Normandie, renferment des terres d'un jaune ou d'un rouge plus ou moins foncé, qui, traitées de la même façon, fourniroient encore probablement plusieurs variétés de couleurs qui nous mettroient dans le cas de nous passer de celles qu'on tire de l'étranger. On pourroit découvrir, par exemple, certe sorte d'ocre qu'on appelle *rouge-brun* ou *brun-rouge* d'Angleterre, celle qui nous vient d'Espagne sous le nom d'*almagra* : Mrs Hill & d'Acosta disent que celle-ci est alcaline ; les terres qui
sont

sont de cette nature se dissolvent à l'eau-forte, l'*almagra* n'y excite pas le moindre mouvement, & y reste sans s'y dissoudre : cette terre est d'un rouge plus vif que notre ocre rouge, & paroît être réellement une ocre, à en juger du moins par les morceaux qui avoient été envoyés d'Espagne à M. Bomard, de qui je tiens celui que j'ai examiné.

Si l'*almagra* étoit une terre alcaline, je ne le regarderois pas plus comme une véritable ocre que toutes les autres que Mrs Hill & d'Acosta appellent du nom d'ocres alcalines ; je ne puis me persuader que des terres aussi différentes entre elles que le sont des terres vitrifiables & des terres qui se calcinent, puissent être regardées comme appartenantes au même genre ; cette propriété, ainsi que celle de se dissoudre ou non à l'eau-forte, est un caractère bien plus sûr pour distinguer les substances minérales que tous les autres qu'on pourroit employer ; je crois par conséquent que dès que deux terres diffèrent entre elles par les effets dans l'eau-forte & dans le feu, elles ne peuvent être de la même nature, & conséquemment qu'elles sont de genres différens.

C'est aussi sur ce principe que j'ôteroie
Mém. 1762. Tome I. Y

du genre des ocre la terre appellés *ocre de rue*, qui se dissout avec vivacité & bruit dans l'eau-forte. Le stil de grain clair & celui de Troie ne se dissolvent pas dans l'eau-forte avec plus de vivacité ; ces deux drogues employées par les Peintres, ne sont que des préparations de craie ou de marné préparée & colorée par des infusions de bois de Bresil ou de graines d'Avignon : ces deux stils de grain, dont le nom n'est, à ce que je crois, qu'une corruption du mot ancien *syl*, donné à une espèce d'ocre, ces stils de grains, dis-je, pourroient aussi-bien être mis au nombre des ocre que des terres alkalines qu'on y place, s'il étoit vrai qu'on dût regarder comme de vraies ocre les terres alkalines que Mrs Hill & d'Acosta rangent sous ce genre ; mais je crois que lorsqu'on voudra s'en tenir aux caractères essentiels & sûrs des minéraux, on éloignera toujours les terres calcinables de celles qui se vitrifient : du nombre de celles-ci pourroient être la terre d'Ombre, celle de Cologne & la rouge d'Inde, mais la pesanteur du rouge d'Inde me feroit soupçonner qu'il ne seroit qu'une préparation de quelque métal, & peut-être de plomb : si cela étoit, il me semble

qu'il ne faudroit pas plus le placer avec les ocres que l'on n'y place le *minimum* ; le rouge d'Inde pourroit être cette ocre artificielle dont parle Mathiole à l'article de l'ocre, & qu'il dit n'être qu'une préparation de plomb. La terre d'Ombre & celle de Cologne sont très-légères en comparaison du rouge d'Inde ; elles me paroissent des terres naturelles & du genre des glaises ; mais ces terres sont-elles des ôcres plutôt que les autres glaises ? c'est ce que je ne pense pas : nous n'avons pas encore , que je sache , rencontré en France de ces sortes de terres, j'ai bien reçu quelquefois des terres trouvées dans ce Royaume, & qu'on m'envoyoit sous le nom de terre d'Ombre , mais ces terres avoient plutôt l'air de parties végétales détruites que de vraies terres. Il y a cependant lieu de penser que dans le nombre de terres de différentes couleurs qu'on trouve en France , on parviendra enfin à en rencontrer qui seront entièrement semblables à celles-ci. Nous serons alors plus en état de déterminer exactement leur nature , si l'on décrit très-exactement les endroits où on les aura trouvées ; descriptions qui ne peuvent certainement que contribuer beaucoup à déterminer leur nature :

c'est une pareille raison qui m'a engagé à donner dans ce Mémoire la description des ocrières que j'avois pu voir, ou sur lesquelles j'avois des observations détaillées & que je pouvois regarder comme faites avec exactitude.

M É M O I R E

Sur les yeux de quelques Poissons.

Par M. HALLER.

20 Mars 1762.

J'AVOIS destiné à l'Académie les observations que j'ai faites sur la génération des Quadrupèdes, en les comparant à celles que j'ai faites sur les Poulets; il me manque encore quelques vérifications pour les premiers jours qui suivent l'accouplement, & j'ai différé jusqu'ici de compléter ce Mémoire, que j'aurai l'honneur d'offrir à cette illustre Compagnie dès qu'il sera en état de lui être présenté.

Je prends la liberté de lui envoyer aujourd'hui une ébauche des singularités de l'œil des Poissons: la crainte de voir paroître les Ouvrages posthumes de Duverney & d'être exposé à quelque critique si je m'étois rencontré avec cet

illustre Anatomiste, dans quelque partie de la structure de l'œil, m'engage à me hâter ; je me réserve de suppléer à ce qu'il y aura de défectueux dans ce Mémoire par une suite de dissections. J'ai trouvé beaucoup d'utilité aux observations que l'Anatomie des quadrupèdes & des oiseaux a fournis à feu M. Petit, & je me suis attaché au même plan, en préférant les yeux des poissons, que cet illustre Académicien n'a pas suivis avec la même constance que ceux des oiseaux & des quadrupèdes.

Il m'a paru, en disséquant des animaux de cette classe, que leur structure répand beaucoup de jour sur la Physiologie, & qu'elle est infiniment plus simple & plus aisée à saisir que celle des deux autres classes d'animaux : c'est un inconvénient pour moi que d'écrire dans un grand éloignement de la mer, il ne me reste que des poissons d'eau douce, qui généralement ont moins de volume ; le saumon, la truite & la carpe en sont les plus gros, car le silure du lac de Morat est fort rare, & je n'ai pu m'en procurer jusqu'ici.

Je ne me suis pas borné dans mon travail au point de négliger les autres classes d'animaux, j'ai disséqué généralement

tout ce qui m'est tombé sous les mains ; il en a résulté des inductions qui m'ont guidé dans bien des doutes physiologiques.

J'ai peu lu sur cette matière , & je n'expose que le résultat de mes propres recherches : l'Anatomie critique allonge trop les ouvrages , je crois qu'on doit la borner à la structure du corps humain.

SECTION I.

Sur le Nerf optique.

Le nerf optique est toujours considérable dans les poissons , une grande partie du cerveau est destinée à lui fournir de la moëlle.

Les poissons n'ont que des tubercules pour tenir lieu du cerveau ; le nombre en est inégal.

Les deux tubercules qui peuvent porter le nom de *couches des nerfs optiques*, ont une structure constante dans tous les poissons que j'ai disséqués ; ils sont creux & contiennent un ventricule , comme dans les oiseaux ; les deux principales racines du nerf optique en sortent , l'antérieure part de son extrémité antérieure , la postérieure en fait le tour , & sort de son extrémité voisine du cervelet ; elle forme intérieurement une ligne blan-

che , dans laquelle viennent se rendre des fibres blanches sans nombre , qui partent de toute la couche ; j'ai vu avec plaisir la naissance de ces fibres , que j'ai retrouvées dans la rétine. Ces couches sont jointes , dans un grand nombre de poissons , & peut-être dans tous , en deux endroits par des fibres transversales , qui paroissent tenir lieu de l'union qui manque aux nerfs optiques : le premier endroit est supérieur , & presque à l'origine antérieure des couches ; le second est inférieur , il est en avant des bulbes des nerfs olfactoires de chaque côté ; cette dernière réunion est fort considérable , & prend d'assez loin aux racines de ce nerf.

Il y a encore deux paires de nerfs qui vont à l'œil ; le nerf ciliaire qui est considérable , & le nerf musculaire : je ne les ai pas suivis.

Formés comme je viens de dire , les nerfs optiques se joignent à l'entrée des deux orbites , en recevant la gaine robuste que leur fournit leur dure-mère. Je les ai vu se croiser constamment & dans toutes les espèces ; & le nerf qui vient de la partie droite du cerveau , va se rendre dans l'œil gauche ; ils ne se mêlent point dans l'endroit où ils se croisent,

& on les sépare sans déchirer la moindre fibre.

Il paroît assez difficile de dire pourquoi la Nature les a réunis en apparence sans les mêler, & pourquoi elle a destiné le nerf gauche à l'œil droit : cette dernière structure paroît tenir à un croisement général, qui paroît être nécessaire dans le système médullaire, & dont les effets sont visibles dans l'homme par la paralysie du côté opposé à celui où le cerveau est blessé ou comprimé.

Ce nerf revêtu d'une gaine fort solide & d'une pie-mère vasculaire, va se rendre à l'œil ; il y entre toujours par le côté interne de l'œil, à une distance considérable de l'axe longitudinal.

La structure du nerf optique est assez simple ; il est partagé par faisceaux médullaires fort apparens, blancs & opaques, en fibres ; ils s'épanouissent dedans, & forment des membranes assez larges : c'est, en petit, la même structure que Malpighi a découverte dans le thon ; ces faisceaux ne se décomposent pas bien nettement, mais je n'ai jamais entrepris de les décomposer, sans avoir du moins vu un certain nombre de fibres, qui unissoit une toile cellulaire ; ces fibres étant fort pressées ont beaucoup

de consistance ; elles sont assez apparentes dans le munier , dans la truite.

SECTION II.

Entrée du Nerf optique.

Il est assez singulier que les poissons diffèrent dans cette partie de la structure de l'œil ; il y en a qui suivent celle des oiseaux , & d'autres qui imitent les quadrupèdes.

La structure des quadrupèdes est la plus simple ; c'est celle que l'on trouve dans la carpe , la lotte , le munier , la tanche.

Le nerf optique y est couvert d'une enveloppe fort dure ; il perce la sclérotique , & produit aussitôt après la membrane *argentée* , qui tient lieu de choroïde ; il donne à quelque distance de cette membrane , la membrane *vasculaire* que les poissons possèdent seuls ; il continue sa marche toujours cylindrique , & ce n'est qu'à une ligne plus loin qu'il produit la rétine. Tout cet intervalle est étroitement enveloppé de la membrane noire dans plusieurs poissons , & le nerf est rétréci dans plusieurs espèces ; il a quelquefois commencé de paroître noir , avant qu'il ait pénétré par la sclérotique ,

& c'est la pie-mere qui produit la membrane noire ; l'extrémité du nerf paroît comme un cercle rayonnant, fort blanc, avec une ou plusieurs pointes dans sa surface. Le munier, par exemple, a un nombre de filets noirs formés en brosses ou en petits pinceaux ; je n'ai pas pu y démontrer une lame blanche criblée de trous, dont les trous innombrables, de plusieurs grandeurs, laissent passer la moëlle, quand on la presse, dans le bœuf, dans le cochon ou dans le lièvre. Dans le cochon, la structure de cette lame est aisée à appercevoir ; c'est une multitude de trous que joint un tissu cellulaire ; une partie des trous est grande, c'est pour les vaisseaux, l'autre est très-fine & destinée à la moëlle ; cette lame m'a toujours paru blanche & nettement séparée de la lame interne de la choroïde.

Dans les poissons, la moëlle fort en masse quand on presse le nerf optique ; ce nerf s'épanouit & forme une coupe ronde dans les uns & en portion de cercle dans les autres : les deux lames de la rétine sortent de cet épanouissement.

Dans la carpe, dans le munier, la tanche & la lotte, elle fort de la circonférence du cercle par lequel le nerf

optique s'épanouit ; il paroît en sortir comme des pointes ou des pinceaux ; chaque pointe est un faisceau de fibres qui vont se séparer & s'épanouir pour former l'arachnoïde : le tout forme un entonnoir qui sort de l'intérieur du nerf optique , & la substance pulpeuse les environne : ces fibres sont plus transparentes que la substance du nerf optique , & je n'ai jamais pu suivre les filets du nerf jusque dans la rétine , quoiqu'il y ait des fibres dans le nerf & dans la rétine.

Dans la truite , dans le saumon & dans l'ombre-chevalier , on retrouve la structure des oiseaux , le nerf optique donne à-peu-près les mêmes membranes , mais il se dilate & forme un arc de cercle ; un appendice moins long que dans les oiseaux s'avance pour soutenir la rétine par le côté extérieur : la coupe de la membrane noire , qui laisse passer la moëlle du nerf , est elliptique , & l'un des diamètres est à l'autre comme trois à un , & même dans une plus grande proportion : la moëlle du nerf optique y paroît à nu.

On y voit le nerf optique se terminer par une surface étroite & blanche , dont on peut détacher tous les restes de la

membrane noire ; cette surface est longue comme dans les oiseaux , une artère en parcourt également la longueur , mais l'éventail y est d'une structure différente : j'ai vu dans la truite la pointe fine de cette queue du nerf optique se partager jusqu'à produire deux ou trois pinceaux , qui se divisent en rayons pour produire des fibres de la membrane arachnoïde , que la membrane pulpeuse recouvre , mais cela est assez difficile à voir ; cette membrane pulpeuse sort postérieurement de la circonférence de cet onglet , & elle est née avant que les pointes du nerf optique s'épanouissent , mais elle a toujours un œil différent du nerf.

Dans les oiseaux , une membrane , qui sert de base à leur *peigne* , couvre l'entrée du nerf optique ; la moëlle , en pressant le nerf , paroît en forme de vermicilleux dans la même circonférence. Quand cette membrane est enlevée par la macération , la moëlle du nerf optique se trouve à nu & sans couverture ; c'est d'elle que naît la rétine. Tout cela est fort visible dans le héron.

Il paroît assez difficile de trouver la raison de cette diversité dans la structure de l'organe principal de la vue des poissons , mais il en résulte une maxime bien

DES SCIENCES , 1762. 517.
utile aux Physiciens ; ils doivent se mettre en garde contre les inductions.

SECTION III.

La Rétine.

C'est cette membrane , premier organe du plus beau des sens , où les poissons ont le mieux récompensé mes peines ; il est presque impossible de rien distinguer dans la rétine des bœufs , des moutons & des quadrupèdes presque généralement : il est vrai que l'adresse de Ruysch & d'Albinus est parvenue à distinguer dans la rétine un réseau de vaisseaux que recouvre une pulpe blanche ; je l'appelle *blanche* , quoiqu'elle soit grisâtre & transparente ; car pour la voir il faut nécessairement de l'esprit de vin , qui la rend opaque & qui la blanchit.

Malgré ces heureuses injections , on n'est pas encore parvenu à séparer dans la rétine deux feuillets séparés & entiers , l'un de l'autre ; M. Zinn paroît même en désespérer.

Dans les poissons , on voit plus & sans la moindre difficulté ; toute la précaution nécessaire se réduit à se servir des yeux les plus frais , car la rétine est trop déli-

cate pour supporter les moindres commencemens de putréfaction , & elle est d'abord détruite : il n'y a qu'à séparer de cette tunique celles qui la couvrent , cela se fait avec facilité ; on voit alors , par le vitré , l'agréable spectacle d'une infinité de fibres blanches qui partent ou du cercle terminateur du nerf optique ou de la ligne blanche ; ces fibres se portent comme des rayons à la périphérie & vont se terminer au grand cercle de la rétine , qui lui-même est attaché à la membrane vitrée , le long de l'origine de l'uvée ; on laisse ensuite l'œil dans de l'eau-de-vie pendant quelques jours , la rétine s'y endurecit ; elle est naturellement fort épaisse dans les poissons : on fend alors avec un scalpel un peu fin son hémisphère , depuis l'insertion du nerf optique jusqu'à la circonférence ; & avec une pincette & le scalpel , on en détache une membrane pulpeuse , souvent comme grénée en dehors , beaucoup plus épaisse que la choroïde ; cette lame est parfaitement lisse du côté de la lame fibreuse & s'en sépare toute entière : il reste alors de la rétine un hémisphère appliqué sur le corps vitré , formé par une membrane extrêmement fine , transparente dans l'eau-de-vie même , qui soutient & qui réunit les fibres que je vais décrire.

Je l'ai préparé d'une autre manière , en découvrant l'hémisphère postérieur & en enlevant les trois lames de la choroïde ; j'ai enlevé alors, en rasant avec le scalpel, la membrane pulpeuse , & la lame arachnoïde , vingt fois plus fine , a seule couvert le vitré : sans scalpel même & sans art , cette séparation se fait au bout de deux ou trois jours dans la carpe & dans le munier ; la lame pulpeuse s'y détache de la circonférence du nerf optique & laisse la lame fibreuse à nu : dans la tanche, la chose est encore plus évidente , les fibres y sont beaucoup plus grosses & plus distinctes ; elles y sont naturellement séparées de la membrane pulpeuse ; on y voit dans la coupe d'un œil & dans l'hémisphère postérieur, une soucoupe formée par la membrane pulpeuse remplie de fibres qui flottent au gré de l'eau.

Il n'y a donc absolument aucun doute que les poissons n'aient, au lieu de rétine, deux membranes distinctes par tous les attributs , & collées l'une sur l'autre ; l'extérieure , plus épaisse que la ruyfchienne , peut porter le nom de *pulpeuse*, elle l'est effectivement ; & l'intérieure , vingt fois plus mince, mérite parfaitement celui d'*arachnoïde* , qui vague de

puis qu'on s'est servi du nom de capsule pour le chaton du cristallin. J'ai appris à les séparer sans macération & sans esprit-de-vin sur les plus petits poissons.

Quoique ce soit dans les poissons seuls que l'on voit avec facilité cette structure, je la crois constante dans toutes les classes d'animaux. J'ai trouvé dans le cochon, dans le chat, dans le coq d'inde, dans l'oie & dans le héron, le moyen de détacher la membrane pulpeuse de l'arachnoïde; elle s'en sépare dans le chat en raclant la rétine avec un scalpel bien fin, & dans le coq d'Inde cela se fait encore plus aisément. La macération seule détache ces grains pulpeux dans tous les animaux.

Ces expériences réunies à celles de Ruyfch & d'Albinus, vérifiées par M. Mæller, M. Zinn & moi, ne laissent aucun doute, que l'homme même n'ait sa rétine composée d'une membrane musqueuse, & d'une arachnoïde.

Pour les fibres, je les crois également communes à toutes les classes d'animaux; je les ai découvertes dans le coq d'Inde, où elles sont fort apparentes vers l'extrémité de l'onglet d'où sort la rétine, & qui est une épiphyse du nerf optique. Dans l'oie j'ai vu la rétine

séparée de la lame pulpeuse, rangée en lignes parallèles, les fibres sont très-apparentes dans le lièvre (parmi les quadrupèdes), quoique beaucoup plus fines que dans les poissons, & il seroit assez étonnant que ces fibres régnaissent dans toute la classe des poissons, dans une partie des oiseaux, & dans une partie des quadrupèdes, pendant qu'elles seroient exclues d'une autre partie des quadrupèdes & des oiseaux.

Je ne dis qu'un mot sur les vaisseaux de la rétine des quadrupèdes : ils sont évidemment en partie veineux, & en partie artériels ; leurs troncs sont rouges, & leurs tranches pâlisent peu-à-peu ; jusqu'à se rendre invisibles ; c'est un exemple évident de la production des vaisseaux artériels du second rang : elles forment dans le bœuf & dans le cochon, & apparemment dans tous les quadrupèdes, un cercle vasculaire à la grande circonférence de la rétine, qui est coloré de rouge ; je n'ai jamais vu ni dans les oiseaux, ni dans les poissons, des vaisseaux rouges sur la rétine ; pour le cercle il paroît être le même que le cercle du vitré que nous allons décrire.

Je fais une seconde remarque sur la rétine des poissons : elle est constamment

couverte d'une mucoſité noire qui ſe forme en lames & en grains, & qui ſuite de la tunique noire de l'œil : Cette humeur ſe retrouve dans les oiſeaux & dans les quadrupèdes qui n'ont pas de tapis ; je l'ai vue très-abondante dans le Foie, dans la pie, dans le héron & dans l'homme même ; dans tous ces animaux il eſt commun de trouver la rétine couverte d'une lame noire, qui ſ'eſt détachée de la membrane ruyſchienne ; en prenant un peu de ſoin on découvre dans la truite, dans le ſaumon & dans tous les poiſſons que j'ai vus, l'hémiphère poſtérieur de la rétine entièrement recouvert d'une lame continue, & qui reſſemble à une coupe toute noire ; cette mucoſité, dont la couleur eſt extrêmement foncée dans tous les poiſſons, rend le ſyſtème de Mariotte impoſſible, puifqu'elle empêche évidemment les rayons de la lumière, de parvenir juſqu'à la choroïde ; la choroïde ne recevant point de rayons, ne ſauroit être l'organe de la vue.

• La rétine finit au commencement du corps ciliaire, & ſ'y attache par un cercle renforcé, qui eſt collé au vitré : je n'ai jamais pu la mener plus loin dans les poiſſons, ni même dans les oiſeaux adultes.

SECTION IV.

Le Vitré & ses Vaisseaux.

Le vitré est fort petit & fort plat dans les poissons, & sur-tout dans la lotte & dans la tanche; au lieu que les oiseaux & les quadrupèdes ont le vitré placé immédiatement sur la rétine, celle-ci sur la choroïde, & la choroïde sur la sclérotique. Le nerf optique parcourt dans les poissons un grand espace avant que d'arriver jusqu'au vitré; la lame vasculaire & le muscle en fer à cheval se placent entre les deux lames de la choroïde, & les écartent considérablement; la chambre du vitré en est raccourcie d'autant.

Malgré sa petitesse on voit des objets intéressans dans le vitré des poissons, qu'on n'a jamais vus dans les autres classes d'animaux: ce sont les vaisseaux antérieurs & postérieurs du vitré.

Les *vaisseaux antérieurs* partent d'un organe propre aux poissons seuls: cette classe d'animaux n'a point de corps ciliaire; l'uvée est placée immédiatement sur la membrane vitrée; elle y est fortement collée, & par-là même attachée aux cristallins. Pour donner encore plus de stabilité au cristallin, les poissons,

ont un lien d'une nature différente dans les différentes espèces : je commencerai par la structure de la carpe , du munier & de la tanche.

Il part de la lame noire de la choroïde de ces animaux une bande dentelée , recouverte intérieurement par un allongement de la rétine ; un vaisseau rouge considérable se rend dans cette bande ; le tronc en paroît destiné au cristallin , du moins la bande s'y attache-t-elle postérieurement , & j'ai vu du sang dans le vaisseau de cette bande , au-delà de sa division.

Avant de s'y rendre , ce même vaisseau donne un branchement à droite , & une autre à gauche , dans les limites communes du vitré , de l'uvée & de la rétine : ces branches forment un cercle veineux plus gros , & un cercle artériel plus petit & postérieur ; & les vaisseaux & les cercles sont remplis de sang ; les derniers embrassent toute la circonférence du vitré , & forment un cercle parfait à l'endroit où s'attache la rétine : quelquefois seulement il est terminé par un angle qui réunit les deux troncs circulaires ; de la circonférence postérieure de ce cercle il sort une infinité de vaisseaux qui se rendent dans la membrane vitrée ;

qui remontent en arrière autour de son plus grand cercle , & qui se répandent en branches toujours plus fines ; ces vaisseaux forment avec les vaisseaux postérieurs, les plus beaux réseaux qu'il y ait dans les animaux : il est vrai qu'ils sont transparens ; on les distingue pourtant aisément à l'œil nu & à la loupe, après une légère macération dans l'esprit de vin : je les distingue mieux dans la lotte, la carpe & le munier, que dans le saumon & dans la truite.

Les vaisseaux postérieurs du vitré naissent d'un grand tronc central de la rétine, exactement concentrique dans le munier, un peu excentrique dans d'autres poissons : ce vaisseau est rouge, & s'applique au pôle postérieur du vitré, qui, comme le pôle de la terre, est un peu aplati ; il y reste toujours un cercle blanc, dont un point noir fait le centre ; le même vaisseau s'y divise subitement, & tout d'un coup en un nombre considérable de rayons, qui s'attachent à la convexité postérieure du vitré, se courbent en arcade autour de son plus grand cercle, & se rendent jusqu' dans le cercle vasculaire que je viens de décrire ; leurs anastomoses sont fort belles, & leur direction tantôt droite, & tantôt en forme de serpent.

Comme on distingue fort bien la membrane vitrée dans les poissons, je dois avouer que je n'ai jamais vu entrer ces vaisseaux dans l'intérieur de la substance.

Dans la truite, dans le saumon, dans l'ombre-chevalier & dans la lotte même, la structure n'est plus la même. Dans les premiers de ces poissons, l'entrée du nerf optique & la naissance de la rétine est longue; de l'extrémité antérieure de l'arc, par lequel le nerf optique se termine, il sort deux vaisseaux recouverts d'une gaine noire, & bientôt la ruyfchienne leur en donne un autre; un nerf né du nerf ciliaire, qui perce la sclérotique à côté de l'entrée du nerf optique, les accompagne; ils bordent le vitré, & forment un demi-cercle autour de la convexité de l'œil; quand ils sont presque parvenus jusqu'à l'uvée, une prolongation de la membrane noire, & une autre de l'uvée, s'y attache avec de nouveaux vaisseaux, & il s'en forme une petite cloche, comme parabolique, extérieurement tachetée & blanche en dedans, qui se termine par une pointe; il sort de cette pointe plusieurs filets attachés à la capsule du cristallin postérieurement & extérieurement; la direction

de la cloche est en dehors & un peu en arrière; j'y ai vu un des vaisseaux rempli de sang. Le même tronc artériel & veineux, qui sort du nerf optique, donne, dans la truite & dans le saumon, fort près de sa sortie du nerf optique, une branche considérable au vitré; elle est remplie de sang, & se divise en deux troncs rouges, dont l'un est plus grand que l'autre; ses branches s'étendent sur la convexité du vitré, à peu près comme dans la carpe; plus près de l'uvée, l'un & l'autre tronc donnent deux branches qui s'écartent de côté & d'autre; elles environnent l'attache de la rétine, comme dans la carpe, & produisent les mêmes branches, moins apparentes que dans la classe des poissons dépourvus de dents.

La lotte, quoique son nerf optique finisse par un cercle, a un vaisseau tout semblable, dont une branche entre dans le vitré, & l'autre forme une cloche attachée au cristallin; ce vaisseau sort à côté du nerf optique: l'ombre-chevalier, espèce de truite, a cette même structure, & de plus un vaisseau transparent qui sort du nerf optique, & qui va joindre à quelque distance la branche destinée au corps vitré.

Il est difficile de définir l'utilité de cette

cloche parabolique : il est vrai qu'elle soutient le cristallin , & apparemment y donne-t-elle des vaisseaux ; mais le nerf qui s'y rend , pourroit faire croire que c'est un organe musculeux , quoique je n'y distingue pas de fibres parallèles.

S E C T I O N V.

Le Cristallin.

J'ai peu de chose à dire sur cette partie de l'œil ; elle est fort grande , proportionnellement dans les poissons , & fort convexe même , sans être exactement sphérique ; elle passe par la prunelle pour se montrer dans la chambre antérieure de l'œil , & il n'y a point de chambre postérieure ; on connoît ses lames & son noyau.

Dans le héron le cristallin macéré a formé une étoile de cinq rayons ; mais à côté de ces rayons l'on voyoit clairement des lignes qui partoient du centre , & qui se divisoient en deux branches , & même en un grand nombre de rameaux : dans le saumon , l'étoile est à trois rayons ; mais ces rayons la partagent jusqu'au noyau , & toutes les couches extérieures se séparent sans difficulté : les fibres de ces couches extérieures sont des plus évidentes,

évidentes. Des animaux que j'ai disséqués, la lotte a le cristallin le plus sphérique; & la pie le plus plat antérieurement.

J'ai fait bien des efforts pour distinguer les vaisseaux du cristallin: j'ai commencé à y réussir dans un oiseau de la classe des canards, mais dont le bec est courbe & le palais armé de quatre rangées de dents; il vit de poissons & fréquente le lac Lemman; sa tête est fauve & le reste du corps est blanc.

Dans cet oiseau, il sort une infinité de vaisseaux droits du cercle vasculaire que nous venons de décrire dans les poissons, qui embrasse le vitré dans son union avec la rétine, & que les oiseaux ont à-peu-près semblable & dans la même place.

Du cercle vasculaire de l'oiseau dont je viens de parler, sortoient des rayons sans nombre, généralement droits & simples, il y en avoit par-tout aussi d'arqués, d'obliques & de rameux; ils s'attachoient tous au cristallin, plus en arrière que les rayons ciliaires. Je les comparai avec ces rayons, & même avec les petits rayons intermédiaires qui ne s'élèvent point, & je les trouvai beaucoup plus petits & plus nombreux.

Mém. 1762. Tome I.

Z

Je m'assurai , par l'inspection de cet oiseau , que c'étoient des vaisseaux , parce qu'il y en avoit de semblables sur le vitré qui venoient de sa grande circonférence & qui se rendoient dans son cercle vasculaire : les rayons ciliaires n'auroient pu faire des impressions pareilles.

Mais la chose est bien plus simple dans les poissons ; les poissons n'ont ni corps ciliaires ni rayons , mais le cercle vasculaire du vitré donne au cristallin un grand nombre de vaisseaux qui partent de la partie concave du cercle & qui se rendent en forme de rayons au cristallin , où je les ai suivis dans la capsule ; dans le ferrat , qui me paroît une espèce de carpe , ils sont très-difficiles à voir , à cause que l'uvée est collée au vitré ; & qu'en ôtant l'uvée pour découvrir la partie du vitré attachée au cristallin , on en déchire la membrane ; je n'ai réussi que deux ou trois fois à détacher l'une sans déchirer cette tunique du vitré.

Il me paroît très-apparent que le cercle du vitré se trouvant dans les trois classes d'animaux (en y comptant le cercle de la rétine des quadrupèdes), & donnant dans deux de ces classes des vaisseaux au cristallin, que les quadrupè-

des tiennent leurs vaisseaux antérieurs du même cercle.

Pour les vaisseaux postérieurs , les quadrupèdes les tirent du vaisseau central de la rétine : comme M. Albinus a découvert ces vaisseaux dans les oiseaux ils les reçoivent apparemment par le peigne qui s'attache au cristallin , & dont tous les feuillets ont un grand vaisseau rempli de sang qui sort de l'attache du nerf optique & qui suit la longueur du pli ; mais tout cela , & même ce que je viens de dire sur les vaisseaux du cristallin des poissons , n'est encore qu'ébauché & demande à être vérifié.

SECTION VI.

Les trois lames de la Choroïde.

Cette membrane a dans les poissons une structure bien différente de celle des quadrupèdes , dans ceux-ci il est douteux que la lame interne de la choroïde forme une membrane distincte ; dans les poissons , il n'y a aucun doute sur cette division.

La véritable choroïde des poissons est *argentée* dans toutes les espèces que j'ai vues ; elle commence à l'endroit où le nerf optique a percé la sclérotique : elle

est fort lâche, fort foible, & se déchire fort aisément, elle forme l'iris ou la membrane antérieure de l'anneau pupillaire.

La *membrane noire* des poissons répond à la ruyfchienne, elle enveloppe, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, le nerf optique à son entrée.

Elle est fort épaisse dans le fond de l'œil, extérieurement lâche & vasculaire, raboteuse intérieurement, & semblable à du cuir, souvent parsemée de petits poils; elle est couverte d'une mucosité de couleur de tabac, qui couvre abondamment la surface opposée à la rétine, & qui s'attache à la rétine même.

Mais il y a dans les poissons une troisième tunique placée entre les deux membranes que je viens de décrire, c'est la *membrane vasculaire*; elle est fine, mais aisée à démontrer, elle part des enveloppes du nerf optique, un peu au-delà de la naissance de la membrane argentée, & elle forme un entonnoir autour de la moitié postérieure de la membrane noire.

Je l'appelle *vasculaire*, à cause d'une artère & d'une veine considérable qui percent la sclérotique, & qui, divisées

en deux branches principales, se collent à la circonférence de cet entonnoir, au bord postérieur de l'organe que je vais expliquer : ces vaisseaux sont remplis de sang ; ils donnent une quantité prodigieuse de rameaux qui se divisent & se subdivisent comme les branches des champignons coralloïdes, & qui se plongent dans l'organe que je vais décrire : il n'en ressort aucun pour rentrer dans la tunique noire.

L'organe dont je parle est peu connu encore ; Icovius l'a pris pour une glande dont il ignore l'usage, & Derham (1) pour un muscle auquel il attribue l'usage de changer la longueur de l'œil ; c'est un anneau incomplet en fer à cheval, d'un rouge très-vif, plat, couvert d'une membrane luisante ; par-tout également large, il fait un peu moins que la circonférence de l'attache de la membrane vasculaire à la membrane noire, & les deux extrémités peu éloignées l'une de l'autre, se terminent en cul-de-sac : j'ai trouvé cet anneau dans tous les poissons ; la carpe en a un autre beaucoup plus petit, placé presque perpendiculairement dans l'intervalle qu'il y a d'une extrémité à

(1) *Physical. theolog. lib. XVIII, cap. II, p. 104.*

534 MÉMOIRES DE L'ACAD. ROY.

l'autre. Il ressemble quand il est frais , à une gelée rouge , ou à un tissu cellulaire abreuvé de sang , & sur-tout à la cellulofité , qui dans les oifeaux aquatiques tient lieu de ligament ciliaire : il y a un fillon triangulaire fort évafé , préparé dans la membrane noire , & fait pour recevoir cet organe , mais il s'y attache fort légèrement : quand il a été macéré dans l'eau-de-vie , il ressemble à un muscle. Il fe fépare en lames parallèles , qui elles-mêmes font formées par des fibres droites parallèles entr'elles , & on y voit des vaiffeaux innombrables fe divifer dans leurs intervalles.

Il est bien difficile de déterminer la nature de cet organe : le nombre des vaiffeaux qui vont s'y rendre & qui en sortent , la couleur même fait foupçonner qu'il a du rapport à la circulation du fang.

La Nature affecte la forme circulaire dans l'œil ; j'ai cité le cercle du vitré. Il y a un cercle veineux un peu plus en avant de la membrane noire , bien marqué dans le héron , dans le coq d'Inde & dans le canard fauvage ; dans le dernier de ces animaux , il est de la plus grande beauté : ce font trois cercles rouges fort apparens , & placés l'un à côté

de l'autre , formés par des vaisseaux de la ruyfchienne, qui se détournent de leur ligne droite naturelle, & se vont continuer à ces cercles : l'entre-deux de ces cercles est rayé & couvert d'une cellulaire rouge , comme l'organe dont nous venons de parler ; l'intérieur est rayé , & fait le commencement du corps ciliaire : il y a un autre cercle vasculaire dans les mêmes oiseaux plus en avant , & à la circonférence de l'uvée ; il est formé par les artères longues de la choroïde , à-peu-près comme dans l'homme.

Mais le cercle dont nous parlons , se distingue de tous ces cercles vasculaires par sa grandeur , qui les surpasse infiniment , par l'épaisseur de sa substance & par les lames charnues dont il est composé ; c'est un véritable muscle laminé & fibreux de la nature des sphincters : s'il se raccourcit , il paroît tirer la ruyfchienne contre le nerf optique , & comme le cristallin y est attaché , il doit suivre & se rapprocher de la rétine. Les poissons carnaciers , tels que la truite & le saumon, voient de loin leur proie , c'est apparemment pour la mieux distinguer , que le cristallin se rapproche du nerf optique , & que l'œil s'accourcit : il

s'ensuit que le pinceau de rayons ne se ferme pas entre la rétine & le cristallin, mais qu'il se prolonge jusqu'à cette membrane. C'est un peu au-delà de ce cercle que la tunique argentée va s'attacher à la membrane noire, à laquelle elle va servir d'enveloppe extérieure; c'est elle qui forme l'iris, & la membrane noire produit l'uvée.

Je n'ai point trouvé de *tapis* aux poissons & aux oiseaux que j'ai disséqués; il manque aussi au cochon, au lièvre, & à plusieurs autres quadrupèdes.

SECTION VII.

Sur l'Uvée & le Corps ciliaire.

Dans les poissons, l'iris est fort distinct de l'uvée, il est ordinairement argenté, on le sépare sans peine de l'uvée qui est brune, & qui a des vaisseaux rouges, dans lesquels je n'ai point remarqué de direction particulière.

L'uvée a des fibres assez mal marquées, & je n'ai point vu de contraction à la prunelle des poissons que j'irritois; elle est également insensible aux variations de la lumière, comme je l'ai souvent vu, en exposant des poissons en vie à la forte flamme d'une bougie fort voisine, & en

observant l'œil pendant que cette bougie s'éloignoit. Je vais rapporter ici un phénomène bien singulier, & qui ne m'a réussi qu'une fois, mais que j'ai vu bien réellement.

Je disséquois les yeux d'un jeune chat; la prunelle étoit extrêmement élargie, elle l'est dans tous les animaux morts ou mourans que j'ai vus; le cristallin en paroïssoit opaque, je voulus lui rendre la transparence par la chaleur, à l'imitation de M. Petit: je mis l'œil sur un fourneau médiocrement chaud, & je le repris bientôt pour en continuer la dissection; c'étoit vingt-trois heures exactes après que l'animal eut été noyé: quelle fut ma surprise après une minute ou deux, en examinant cet œil, de trouver la prunelle rétrécie au dernier point, & l'iris d'une largeur qui me permit de voir cette admirable structure, dont l'homme est également orné: il y a dans l'iris un cercle extérieur qui paroît vasculaire. Les fibres s'étoient presque redressées par l'extension que l'iris avoit soufferte, & se rendoient de sa circonférence au cercle rayonné, qui est à quelque distance de la prunelle: ce cercle ressemble à la manière dont on peint les étoiles, c'est un polygone courbé

circulairement, dont les angles sont alternativement saillans & rentrans. Il est précisément le même dans l'homme, & il y donne comme dans le chat, de seconds rayons qui vont se terminer à la prunelle même. Un duvet fort fin recouvre ces fibres.

Ce mouvement arrivé tant d'heures après la mort, ne me réussit point dans d'autres chats du même âge, & l'explication du phénomène paroît bien difficile : c'est un nouvel exemple d'un mouvement animal très-régulier auquel on ne sauroit dire que l'ame ait eu la moindre part.

Quelque temps après, la prunelle se dilata d'elle-même, & ce fut sur-tout la distance du cercle rayonné de la prunelle même, qui s'augmenta.

Les quadrupèdes & les oiseaux ont le corps ciliaire, fait à-peu-près de même : ce sont des lignes qui partent de la choroïde en serpentant, qui s'élèvent peu-à-peu, se détachent à la fin de l'uvée, & se posent sur le cristallin; elles sont recouvertes dans plusieurs quadrupèdes, & sur-tout dans le cochon, d'un réseau admirable, à mailles serrées & presque carrées; je l'ai retrouvé dans le canard sauvage : dans le lièvre, ce sont

des membranes flottantes qui, après s'être élevées, redeviennent plus étroites, & s'attachent à des fibres de l'uvée, comme des drapeaux à demi déployés autour de la pique.

On a beaucoup disputé sur ce corps ciliaire, & on l'a regardé même assez généralement comme une espèce de muscle propre à pousser le cristallin contre la cornée, & par conséquent à faire rencontrer sur cette dernière membrane des rayons qui, sans ce mouvement, se feroient réunis avant que d'arriver jusqu'à elle.

M. Zinn a cru s'assurer que les flocons qui sont couchés sur le cristallin, ne s'y attachent point du tout ; & je crois que c'est assez l'apparence qui s'offre dans les quadrupèdes & dans les oiseaux.

Mais comme j'ai eu des occasions répétées de voir le cristallin déplacé, surtout dans les yeux des quadrupèdes trop long-temps conservés, je me suis occupé à chercher quelque lien qui puisse retenir le cristallin dans l'état naturel ; il ne s'en offre aucun, dès qu'on abandonne le corps ciliaire : le vitré s'y attache à la vérité, par la zone ciliaire qui forme le cercle godronné de Petit ; mais le vitré lui-même n'a rien qui l'attache dans

les quadrupèdes ; à peine lui connoît-on quelques vaisseaux par une espèce de conjecture ; il n'y auroit donc pour retenir le cristallin que le vaisseau central , si foible , si long & si aisé à plier.

Tout bien considéré , je soupçonne , malgré les apparences contraires dans l'œil du cadavre , que le corps ciliaire est fait en partie pour soutenir le cristallin ; ses rayons paroissent tenir à la capsule du cristallin par la colle noire , qui dans le vivant sert apparemment à les soudre jusqu'à un certain degré à cette capsule ; & leur tranchant s'engageant dans les sillons du cercle godronné , paroît s'y coller encore par la même mucofité noire.

L'Anatomie comparée vient ici à mon secours : dans le chat , le cristallin tient à ces rayons assez fortement ; il les tiraille & les étend quand on l'éloigne. Il est vrai qu'on peut avec un pinceau fin , détacher ces mêmes rayons & les replier ; mais c'est apparemment en les décollant , car d'eux-mêmes ils soutiennent une violence assez considérable sans abandonner le cristallin. Dans le héron , la chose est plus évidente ; cet animal a l'œil fort grand , & sur-tout fort large , & le cristallin large dans la

même proportion. Dans cet animal, les rayons ciliaires s'attachent inséparablement à la capsule, à une distance considérable plus en-devant & en-dedans que son plus grand cercle.

Mais dans ce même héron, un œil laissé dans la tête pendant quatre jours, a eu le cristallin mobile, & les rayons ciliaires entièrement détachés comme dans les quadrupèdes.

Si donc la pourriture détache le cristallin & le rend roulant, c'est en dissolvant la mucofité noire, qui dans les mêmes sujets, rend alors l'humeur aqueuse d'une couleur de café, & qui par conséquent décole les rayons ciliaires, & d'avec le cristallin & d'avec la zone ciliaire.

Si dans les cadavres les rayons ciliaires plient ou se laissent détacher, je suis persuadé que c'est un commencement de pourriture qui les a décolés dans les sujets qu'a vus M. Zinn, & que j'ai vus.

SECTION VIII.

Sur la Cornée.

Je ne dis qu'un mot sur cette membrane, elle est fort plate dans les poissons, mais cela n'est pas général; la lotte

l'a aussi convexe que l'homme ; elle est fort mince dans les oiseaux aquatiques.

L'humeur aqueuse qu'on a dit manquer aux poissons, ne leur est pas tout-à-fait refusée, ils en ont tous, & quelques-uns d'eux considérablement, comme la lotte & même le saumon. Il est vrai qu'elle est visqueuse dans une partie des poissons, mais elle est bien fluide dans le saumon. L'humeur vitrée est glutineuse au point de se laisser dépouiller de sa membrane, & de se foutenir dans cet état. Je n'ai point disséqué de chouette : le quadrupède qui m'a paru avoir le plus d'humeur aqueuse, c'est le lièvre, sa cornée est aussi la plus convexe.

La sclérotique des oiseaux aquatiques est composée de deux lames ; l'extérieure est membraneuse, l'intérieure est de corne fine & transparente ; elle s'unit avec la cornée par un biseau très-apparent, en remontant sur elle extérieurement. Dans le lièvre, elle renferme la sclérotique & se prolonge, & le long de l'intérieur de cette membrane, & le long de sa surface extérieure ; l'extrémité de la sclérotique s'insinue entre les deux prolongations de la cornée, la cornée y est fort épaisse, & ses lames innombrables. Dans le saumon,

la sclérotique est un cartilage de plus d'une ligne d'épaisseur, près de l'entrée du nerf optique : dans tous les poissons, elle tient du cartilage, & même de l'os à quelque distance de l'uvée.

Je n'ai encore disséqué que quatre espèces de truites, le saumon, la truite du lac Lemman, la petite truite des Alpes & l'ombre chevalier, qui a le même caractère. J'ai disséqué encore trois carpes, la carpe ordinaire, le munier & le fenat.

La tanche & la perche sont les autres poissons dont je me suis servi.

M É M O I R E

Sur les Salines de Franche-Comté, sur les défauts des Sels en pain qu'on y débite, & sur les moyens de les corriger.

Par M. DE MONTIGNY.

21 Avril 1762.

J'AI rassemblé dans ce Mémoire les résultats d'un très-grand nombre d'expériences & d'opérations que j'ai exécutées par ordre du Roi en 1760 & 1761 aux Salines de Franche-Comté, à l'oc-

caſion de quelques plaintes portées à Sa Maieſté contre la mauvaſe qualité des ſels de Montmorot. Ces plaintes contenues, tant dans les Remontrances faites au mois d'Août 1759, qu'en différens Mémoires adreſſés à M. le Contrôleur général, portent en ſubſtance : « Que
 » les ſalines de Montmorot produiſent
 » un ſel pierreux & corroſif, qui donne
 » un mauvais goût aux fromages ; que
 » les habitans des montagnes obligés de
 » ſ'en ſervir, éprouvent une diminution
 » conſidérable dans le débit des fromages, principale branche de leur commerce, ſource preſque unique de leurs revenus ; que ſi l'on emploie le ſel de
 » Montmorot en quantité ſuffiſante pour
 » pénétrer la pâte des fromages, ſon
 » acrimonie les brûle, les deſſèche, &
 » leur donne une amertume inſupportable ; que ſi pour éviter ces accidens on
 » emploie une moindre quantité de ſel,
 » on tombe dans un autre inconvénient
 » qui n'eſt pas moins préjudiciable,
 » qu'alors il ſe forme ſur toutes les ſurfaces une croûte dure, au-delà de laquelle le ſel ne pénètre pas, que les
 » extrémités ſont amères & arides, &
 » que le dedans n'étant imprégné d'aucune partie ſaline, ſe corrompt aisé,

» ment; que ces inconvéniens causent
 » des pertes irréparables; qu'il en est
 » à-peu-près de même des viandes sa-
 » lées; qu'enfin les habitans de la Pro-
 » vince accoutumés à donner du sel aux
 » bestiaux, observent que l'usage du sel
 » de Montmorot leur est pernicieux,
 » qu'il occasionne des maladies, & la
 » mortalité des nourrissons, d'où résulte
 » la rareté & la cherté du bétail en
 » Franche-Comté.

Des objets de cette importance ne pouvoient pas manquer de fixer l'attention du Ministère. M. de Trudaine, Intendant des Finances, l'un des Honoraires de cette Académie, dont le zèle pour le bien de l'Etat, & pour le progrès des Sciences, ne laisse échapper aucune occasion de diriger nos travaux à l'utilité publique, ayant proposé à M. le Contrôleur général de faire examiner à Paris les sels & les eaux salées des salines de Salins & de Montmorot, je fus chargé de ce travail conjointement avec M. Hellot: en même temps M. Desnans, Conseiller honoraire au Parlement de Franche-Comté, Commissaire du Roi aux salines de cette Province, Membre de l'Académie de Besançon, fut chargé d'envoyer à Paris quelques livres de

différens sels qui se fabriquent, tant en pains, qu'en gros & petits grains aux salines de Salins & de Montmorot, avec plusieurs bouteilles remplies des eaux des différentes sources salées de ces deux endroits. Cet envoi nous fut remis au mois de Mars 1760, & peu-après nous en reçûmes un second fait par le Fermier général de tournée qui se trouvoit alors aux salines ; je fais mention de ces deux envois, parce que nous y trouvâmes des différences assez remarquables pour penser qu'on ne pourroit connoître bien complètement les défauts des sels, & particulièrement des sels en pain, qu'en examinant leur formation sur les lieux même dans le travail en grand.

Principes contenus dans les eaux. Le temps ne me permet pas d'entrer ici dans le détail des expériences que nous avons faites à Paris séparément, & que nous avons ensuite répétées ensemble, M. Hellot & moi, pour analyser les eaux, & pour comparer les sels des deux salines de Franche-Comté, j'en exposerai seulement les résultats ; les expériences nous ont fait connoître que les eaux de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution avec le sel marin ou *sel gemme*

me, des gypses ou sélénites gypseuses, sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse du sel de Glauber (sel composé de l'acide vitriolique uni à la base du sel marin), des sels déliquescens, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse ; une terre alcaline très-blanche que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient long-temps en fusion dans un creuset, enfin une espèce de glaise très-fine, & quelques parties grasses bitumineuses ayant une forte odeur de pétrole. Les eaux de toutes les sources salées de Salins, qui se rassemblent dans le puits d'Amont, dans le puits à Gray, & dans le puits à Muire, de même les eaux du puits de Lons-le-Saunier, de l'étang du Saloir & du pré Cornozi qui fournissent la saline de Montmorot, nous ont paru constamment imprégnées de ces différentes matières salines en plus ou moins grande quantité : les unes sont chargées de beaucoup de gypse, telles que les eaux du puits de Lons-le-Saunier, foibles en sature ; d'autres plus salées sont très-amères, à raison du sel de Glauber qu'elles contiennent, enfin toutes ces eaux, sans exception aucune des sources de Salins ni de Montmorot, portent un principe alkali.

surabondant qui se manifeste en ce qu'elles teignent en vert le sirop violat, en ce qu'elles rétablissent la teinture de tournesol rougie par un acide, en ce qu'elles absorbent des quantités sensibles d'acide végétal avant que de donner aucun signe d'acidité, c'est cette même terre alcaline dont j'ai parlé ci-dessus : devenue soluble par son union avec un acide, elle passe à travers les filtres ; mais n'étant point saturée par cet acide, elle agit dans toutes les eaux comme terre absorbante ; en effet, quand on y mêle des solutions de vitriol vert, de vitriol bleu & autres sels métalliques, elle les décompose & précipite leur base, parce que les acides ont moins d'affinité avec les substances métalliques, qu'avec les terres absorbantes ; par un grand nombre d'expériences dont je supprime le détail, j'ai démontré l'existence de cet alkali terreux surabondant, non-seulement dans les eaux des puits cités ci-dessus, mais dans chacune des sources & des filets d'eau salée qui s'y joignent, après les avoir scrupuleusement examinées en les faisant passer en même temps par les mêmes épreuves. Cette observation suffiroit seule pour établir que les eaux ni les sels des salines de Franche-

Comté, soit de Salins, soit de Montmorot, ne peuvent être mêlés d'aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc, &c. parce que cette terre alkaline doit enlever l'acide vitriolique des bases métalliques auxquelles il seroit uni dans la terre; d'ailleurs ces sels métalliques, si les eaux en apportent, seroient décomposés pendant l'ébullition dans les poëles où l'on forme le sel; & pour qu'il en restât quelque atôme, il faudroit que toute la terre alkaline fût saturée, ce qui n'arrive pas, les eaux grasses, c'est-à-dire, les eaux qui restent à la fin des cuites, donnant les mêmes marques d'alkalicité que les eaux des sources, prises au débouché de leurs canaux souterrains.

Imperfection du sel en petits grains. Les sels en petits grains, tant de Salins que de Montmorot, se sont trouvés pareillement surchargés d'un alkali terreux; leurs solutions teignent constamment en vert le sirop violat, absorbent des quantités sensibles d'acide végétal, rétablissent la teinture de tournesol rouge par un acide: ces sels ne sont donc pas dans l'état de neutralité parfaite qui convient au sel marin, & qu'on trouve dans le sel de mer.

Pureté du sel à gros grains. Le sel à

gros grains de Montmorot est le seul que nous ayons trouvé parfaitement neutre ; le sirop violat mêlé avec la solution , y conserve sa couleur bleue pendant plusieurs jours , comme avec la solution du sel de mer , qui , dans toutes les épreuves , a toujours servi de terme de comparaison ; on ne voit ni dans l'une ni dans l'autre aucun indice d'alkali surabondant : ce sel tiré des mêmes eaux que le sel à petits grains , mais formé par une évaporation beaucoup plus lente , vient en cristaux plus gros , très-réguliers , & en même temps beaucoup plus purs : on l'obtient par une chaleur , telle que la main plongée dans la muire peut la supporter ; au lieu que les sels en menus grains se forment dans une muire toujours bouillante , & viennent en petits cristaux mal figurés : si les eaux des fontaines salées ne contenoient que du sel gemme en dissolution , l'évaporation de ces eaux plus lente ou plus prompte n'influerait en rien sur la pureté du sel.

Mais lorsqu'elles sont chargées de matières étrangères , comme les sources de Franche-Comté , on ne peut parvenir à bien séparer les différentes substances

salines , que par une très-lente évaporation ; au contraire on les mêle ensemble quand on les fouette sans cesse par une forte ébullition , comme il arrive dans la formation des sels à menus grains de Salins , & de Montmorot.

Défauts du sel en pain. C'est avec ces sels très-inférieurs en qualité au sel à gros grains de Montmorot , qu'on fabrique dans l'une & dans l'autre saline les sels en pain , dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté : ces pains sont de différens moules & de différens poids , depuis deux livres & demie jusqu'à dix-huit livres ; pour les former on détrempe le sel à menu grain avec de l'eau grasse ; on appelle ainsi l'eau qui reste à la fin des cuites après l'extraction du sel , soit qu'on la prenne au fond des poêles ou dans les bassins qui recoivent les égouts des sels : cette eau , de couleur jaunâtre , plus ou moins épaisse , coulant comme de l'huile , est très-piquante , très-amère & d'une saveur presque insoutenable ; il faut la distinguer de l'eau-mère qui en fait partie , en ce que celle-ci ne contient plus que des sels déliquesceus à base terreuse , qu'on ne peut avoir en cristaux ; au lieu que l'eau grasse contient

encore des sels cristallisables : dans l'analyse que nous en avons faite , elle a fourni du sel marin , des sélénites , du sel de Glauber , du sel marin à base terreuse , une terre calcaire & des matières grasses : ces différentes substances y sont unies de manière qu'il est assez difficile de les séparer.

Formation des pains de sel. Le sel à menu grain étant bien abreuvé de ces eaux impures , on l'accumule dans un moule de bois étalonné , on le bat avec les mains pour lui donner un premier degré de consistance , on le tire du moule en le renversant & le faisant tourner sur une écuelle plate garnie de sel , d'où on l'enlève en le faisant couler avec la main : à mesure que les pains sortent du moule , on les met égoutter sur un lit de sel , & peu de temps après on les range par files sur des lits de braises ardentes , où ils restent pendant vingt-cinq, trente & même quarante heures , jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse & la dureté nécessaires pour résister au transport ; telle est la formation du sel en pain que tous les corps & toutes les communautés du comté de Bourgogne préfèrent depuis long-temps aux sels cristallisés , fabriqués

qués dans les mêmes salines pour les cantons Suisses. Les raisons de préférence consistent, 1°. en ce que cette forme garantit le sel de l'humidité qu'il contracte aisément en restant à l'air ; les pains renfermant une assez grande quantité de sel sous une petite surface, donnent moins de prise aux vapeurs aqueuses répandues dans l'air, que ne feroit la somme de toutes les petites surfaces séparées d'une pareille masse de sel en grains : 2°. ces pains formés dans des moules étalonnés, préviennent les embarras & les discussions qui peuvent arriver dans le mesurage des sels en grains : 3°. ils ne sont point sujets aux infidélités que pourroient commettre les Voituriers ou ceux qui distribuent les sels de la seconde main ; mais ces avantages sont plus que compensés, par plusieurs défauts essentiels qui les rendent très-inférieurs en qualité & beaucoup moins propres aux usages domestiques que les sels formés en cristaux.

Premièrement, on n'emploie à la formation des pains que du sel à menus grains, ou plutôt du sel formé en flocons dans une eau presque toujours bouillante, dont le grand mouvement puit à la séparation des matières qui

Mém. 1762. Tome I.

A a

flottent avec le sel dans ces mêmes eaux ; ce sel n'est jamais parfaitement neutre , on trouve des parties calcaires & des aiguilles gypseuses dans sa solution.

Secondement , pour unir ensemble les grains de ce sel , on les abreuve , on les détrempe , comme je l'ai déjà dit , avec l'eau qui reste à la fin des cuites , & qui contient par conséquent toutes les impuretés que portent les eaux salées ; on remêle donc avec le sel , & l'on enferme dans l'intérieur des pains le sel de Glauber, les sélénites, les sels déliquescens, les parties calcaires & les matières grasses qu'on en avoit séparées dans les poêles ; on les fixe dans la partie intérieure des pains par le desséchement sur la braise. Dans les nombreuses analyses que j'ai faites des sels en pain , soit de Salins , soit de Montmorot , j'ai constamment trouvé ces différentes matières mêlées en différentes proportions , mais toujours en petite quantité , relativement à ce qu'ils contiennent de sel marin.

Troisièmement , lorsqu'on dessèche les pains de sel sur des braises ardentes , on leur fait subir une sorte de calcination qui les altère & les décompose en partie ; l'eau qui s'en dégage entraîne avec

elle une petite portion de l'acide marin, essentielle à ce sel neutre : on augmente cette décomposition par la combustion des matières grasses qui se consomment dans la partie inférieure des pains ; elles y laissent souvent un charbon empyreumatique de très-mauvaise odeur : enfin l'application immédiate du feu sur une partie du pain de sel, occasionne une combinaison nouvelle du phlogistique des charbons avec la base alkali du sel marin dont l'acide est dégagé ; c'est un *hepar sulphuris* (foie de soufre) qui se forme au contact du pain de sel avec la braise. On s'en apperçoit aisément en travaillant les solutions de sel en pain. M'étant souvent attaché à convertir des quantités données de ce sel en cristaux réguliers & parfaits, j'ai constamment observé que les cuillers d'argent, dont je me servois pour enlever les sels grainés à mesure qu'ils se formoient dans les capsules, se ternissoient en peu de temps & se couvroient de grandes taches noires, comme il arrive lorsque l'argent est exposé à la vapeur du soufre, ou lorsqu'il est trempé dans une solution d'*hepar*. Enfin lorsqu'on dissout les pains de sel, on en sépare, au moyen des filtres, quelques gros de cendres & de

charbon qui restent toujours incrustés dans leur partie basse. Tous les défauts que je viens d'exposer, appartiennent également aux sels de Salins & de Montmorot; mais il en est d'autres qui les distinguent, & d'autres encore qui leur sont communs, qu'on ne pouvoit appercevoir que dans la province : ceux-ci dépendent des mauvaises manipulations, presque inévitables dans le travail en grand. Les pains de sel envoyés à Paris n'étoient pas choisis parmi les plus imparfaits; & les matières étrangères que nous en avons tirées, M. Hellot & moi, étoient en trop petite quantité pour qu'on pût leur attribuer tous les mauvais effets énoncés dans les plaintes du Parlement de Besançon; mais il nous étoit facile d'appercevoir que tous ces défauts pouvoient être souvent augmentés par la négligence des préposés à la formation des sels : que si, par exemple, on n'enlevoit point exactement tout le schelot, c'est à-dire le gypse qui se précipite au fond des poêles avant la formation du sel dans le travail en grand; ce gypse tiré par le rable au bord de la poêle & mêlé dans le sel à la fin des cuites, peut occasionner quelquefois un mélange de plusieurs onces de gypse pri-

ses dans l'intérieur d'un pain de sel; qu'il peut en être de même du sel de Glauber & des sels à base terreuse, lorsque les cuites sont poussées trop loin, c'est-à-dire lorsque l'on continue la réduction des eaux; comme il arrive souvent, jusqu'à la coagulation de l'eau grasse & même de l'eau mère. Le mélange de sel de Glauber, de gypse, de bitume & de sel marin à base terreuse qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable: le rable dont on se sert pour tirer le sel précédemment formé, amène en même temps ce *coagulum*; on l'emploie, sans le savoir, dans les pains de sel, & malheur à ceux à qui ces pains tombent en partage; la coloquinte n'est pas plus amère. On peut toujours craindre ces sortes de négligences, lorsqu'elles ne sont pas directement contraires aux intérêts de ceux qui gouvernent les opérations en grand.

Des pains de sel viciés par de pareils mélanges, produiroient tous les inconvéniens dont on s'est plaint: le sel de Glauber pénétrant dans la pâte des fromages, y porteroit son amertume, de même que les sels déliquesceus: le gypse arrêté & endurci sur la croûte extérieure, empêcheroit à la longue le

fel marin de pénétrer au dedans, en formant à la surface des fromages un enduit plâtreux. Enfin toutes ces matières, plus propres à gâter les viandes qu'à les préserver de la corruption, leur communiqueroient un très-mauvais goût : il étoit donc nécessaire d'examiner la formation des sels dans les salines même, d'y bien régler les opérations qui séparent ces différentes substances, d'y établir les procédés & les précautions convenables pour empêcher tout mélange qui pourroit altérer la pureté du fel marin ; enfin, de ne point abandonner la formation des sels à des Subalternes qui n'en connoissent que les opérations mécaniques, & qui peuvent, avec toute la bonne volonté possible, gâter des sels qu'il est facile de rendre plus purs même que le fel de mer.

C'est dans cette vue que M. le Contrôleur général me fit l'honneur de m'adresser, au mois de Juillet 1760, des ordres du Roi pour me rendre aux salines de Franche-comté, à l'effet d'y constater, par de nouvelles épreuves, la nature & la qualité des matières contenues dans les sources salées, & d'examiner la formation des sels, tant pour en reconnoître les défauts que

pour chercher les moyens de le corriger. Les salines de France n'ayant jamais subi d'examen chimique, l'intention du Ministère étoit de faire servir à l'instruction des Formateurs des sels & du public, les analyses dont j'étois chargé, afin de connoître à fond cette matière & de détruire différens préjugés qu'avoient fait naître les défauts observés dans les pains de sel de Montmorot.

Arrivé à Besançon, je concertai avec M. de Boyne, alors intendant de la province & premier Président du Parlement, les mesures convenables pour donner à ce travail l'authenticité nécessaire. Quatre personnes instruites en Physique & en Chimie, distinguées par leur mérite, & généralement honorées de l'estime publique, furent députées aux salines, Mrs l'Ange & Rougnon, tous deux Professeurs en Médecine de l'Université de Besançon, nommés pour assister à toutes les épreuves, & avec eux, deux Maîtres en Pharmacie, chargés d'opérer sous ma direction, M. Goy, Membre de l'Académie de Besançon, & M. Rossigneux, Maître Apothicaire à Dôle.

Muni des instrumens & de tous les vaisseaux nécessaires pour les analyses,

je me rendis à Salins avec M. Desnans ; Commissaire du Conseil aux salines de Franche-Comté. Après avoir pris connoissance des opérations qui concourent à la formation des sels dans le travail en grand , je commençai par répéter publiquement les mêmes épreuves que j'avois faites à Paris pour constater la nature des différentes substances contenues dans les eaux salées. Ayant fait prendre séparément à leur orifice les eaux de toutes les sources & de tous les filets qui se rassemblent dans les puits , je les fis passer par les essais ordinaires ; j'y joignis l'examen chimique des sédimens qu'elles déposent dans leurs rigoles ; enfin je profitai de l'analyse qui se fait en grand dans les poêles où l'on évapore les eaux salées, pour décomposer & examiner successivement les différentes matières qui s'en séparent, telles que l'écume abondante qui paroît à la surface des muirs avant l'ébullition , le schelot ou le gypse mêlé de sel d'Epsom & de parties calcaires, qu'une violente ébullition fait tomber au fond des poêles avant la cristallisation du sel marin , l'écaille en partie saline , en partie gypseuse qui s'accumule de cuite en cuite au fond des poêles,

formant une croûte épaisse & dure , qu'on ne peut arracher qu'à coups de marteau , enfin les eaux grasses que l'on réserve pour la formation des sels en pains ; dans tous ces produits & dans toutes ces eaux , j'ai retrouvé les mêmes principes dont j'ai déjà fait l'énumération , & rien de plus , si ce n'est un peu d'huile grasse animale ou végétale , donnant dans les distillations une odeur empyreumatique très-désagréable , qu'on rencontre aussi quelquefois dans les pains de sel. J'ai trouvé dans toutes les eaux de Salins l'alkali surabondant dont j'ai déjà parlé ci-dessus : ce principe nuit à la séparation des matières salines ; on s'en apperçoit dans le travail en petit lorsqu'on évapore les eaux des sources , soit au bain-marie , soit à la chaleur plus douce d'un air tempéré ; la plus grande partie de leur sel vient en croûtes salines , où l'on voit très-distinctement , avec le microscope ou même avec la loupe , beaucoup de sel marin en trémuyes , des sélénites formées en aiguilles transparentes , & des lames de sel de Glauber ; mais il est facile d'empêcher ce mélange , en mettant la liqueur au point de saturation , par l'addition de quelques gouttes d'acide marin : les

A a 5

différens sels viennent alors *successivement* en cristaux réguliers. L'acide du vinaigre & celui du petit lait aigri, qu'on nomme *azy*, m'ont également réussi dans ces épreuves : les Hollandois se servent de l'*azy* dans le travail en grand pour raffiner nos sels de mer & pour en rendre la cristallisation parfaite ; c'est par cet artifice qu'ils sont depuis longtemps en possession de fournir les meilleures salaisons de l'Europe : on pourroit également y réussir aux salines de *Franche-Comté*.

Sédimens des sources. Les sédimens déposés dans les rigoles des eaux de Salins & de Montmorot ne m'ont fourni d'autre matière métallique que de l'ocre rouge, que j'ai réduit en fer attirable par l'aiman, en le poussant au feu dans un creuset, après l'avoir mêlé avec de la poudre de charbon pour lui rendre du phlogistique. Une seule de ces sources a présenté dans ses dépôts du fer attirable ; mais je n'ai point trouvé de fer en dissolution.

Dans l'application que j'ai faite de l'alkali volatil sur toutes les eaux en particulier, & sur les lessives de leurs sédimens, je n'ai jamais apperçu aucune teinte de bleu ; ce qui prouve qu'elles ne

contiennent point de cuivre. Jamais elles n'ont donné la couleur noire aux infusions de noix de gale ; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de fer. Jamais les substances que j'en ai retirées, en réduisant les sels à fécité, par la distillation (dans des cucurbites de verre) pour les pousser ensuite à feu nud dans des cornues luttées, ne m'ont donné aucun vestige de sel métallique, aucun sublimé. Jamais je n'ai blanchi les platines de cuivre, dont j'ai recouvert les creusets en poussant ces mêmes substances salines au feu de forge ; ce qui prouve qu'elles ne contiennent point de matière arsénicale. J'ai fait subir depuis les mêmes épreuves à toutes les substances tirées des eaux salées de Montmorot ; les résultats ont été les mêmes. Il est donc bien constaté que les eaux de Montmorot, non plus que celles de Salins, ne contiennent aucun sel métallique, aucun vitriol de fer, de cuivre ou de zinc : aucune substance mercurielle, antimoniale, ni arsénicale, enfin aucune substance pernicieuse. Quoique cette vérité fût suffisamment établie par les expériences que j'avois précédemment faites pour séparer les substances salines contenues dans ces sources, j'ai cru

devoir multiplier les essais, & employer tout les moyens connus pour détruire les préjugés répandus dans la Province contre la mauvaise qualité des eaux de Montmorot.

Les mêmes substances salines de Salins & de Montmorot, essayées au feu dans le creuset avec des matières grasses, n'ont jamais donné aucun signe de détonation ; d'où il résulte qu'elles ne contiennent point de nitre. Jamais il ne s'en est élevé aucune vapeur rouge dans les distillations. Enfin, lorsque j'ai versé séparément sur les eaux de toutes les sources de l'une & de l'autre saline la solution du sublimé corrosif par l'eau distillée, les mélanges n'ont jamais produit aucune teinte de couleur orangée ; d'où il suit que le principe alkali, précédemment observé dans toutes ces eaux, n'est point un sel alkali fixe, mais une terre alkaline ou absorbante, comme je l'ai déjà dit ci-dessus : les détails de toutes ces épreuves, & des circonstances qui les ont accompagnées, seront réservés pour nos assemblées particulières. J'ai cru devoir réunir & présenter sous un même coup d'œil les particularités qui sont communes aux deux salines de Franche-Comté, afin d'éviter les répétitions.

Je passerois les bornes qui me sont prescrites , si je plaçois ici la description du travail en grand pour la cuite des eaux salées ; le temps me permet à peine d'en exposer quelques résultats & mes principales observations sur les matières qu'on en sépare.

Examen du schelot , des écumes , &c.

Dans les écumes que j'ai fait ramasser à la surface des muies , avant l'ébullition , j'ai trouvé beaucoup de sélénites fines & légères , liées & suspendues par des matières grasses ; ces sélénites sont difficiles à fondre dans l'eau ; je les ai dissoutes cependant en les faisant bouillir dans de l'eau distillée : ayant ensuite appliqué leur solution très-chaude sur une dissolution de mercure par l'esprit de nitre , elle a précipité le mercure en turbith minéral d'une belle couleur jaune , il en a été de même des dissolutions du schelot par l'eau bouillante : après l'avoir purgé par des lessives répétées , tant à l'eau froide qu'à l'eau bouillante , du sel marin & du sel de Glauber qui s'y trouvent mêlés ; il en résulte que ces substances terreuses en apparence sont des sels vitrioliques : en évaporant leurs solutions , je les ai cristallisées en aiguilles pareilles à celles qu'on

apperçoit en évaporant les eaux des sources ; ces aiguilles brillantes & transparentes deviennent d'un blanc opaque, lorsqu'on les met sur une pelle rouge ou dans la flamme d'une bougie, elles y rougissent sans se fondre ; enfin lorsque je détrempois ces substances avec un peu d'eau ; après les avoir calcinées au creuset, elles absorboient avec avidité le fluide, & prenoient en peu de temps la dureté du plâtre. C'est donc un véritable gypse ; & je me suis assuré qu'on pourroit en faire de très-bons enduits, si les gypses ne se trouvoient pas abondamment aux environs des salines ; ces gypses sont formés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse qui leur est propre ; c'est la même substance gypseuse qui forme les incrustations des épines qu'on voit aux bâtimens de graduation de Montmorot ; c'est elle aussi qui forme les stalactites qu'on apperçoit en quelques endroits sous les bassins des mêmes bâtimens. Je n'ai point négligé l'examen chimique de toutes ces matières ; ces stalactites & ces incrustations calcinées prennent avec l'eau la dureté des plâtres, elles sont solubles dans l'eau bouillante avant la calcination, & leur solution chaude précipite en turbith mi-

néral la dissolution de mercure par l'acide nitreux. Il en est de même de la partie terreuse qui s'accumule , s'attache & s'endurcit avec le sel au fond des poêles.

Le gypse des eaux de Montmorot diffère de celui de Salins par sa couleur cendrée qui domine dans le schelot & dans l'écaille ; celui des eaux de Salins est très-blanc , en sorte qu'on peut en laisser avec le sel , sans que sa blancheur en soit altérée. Il n'en est pas de même de celui de Montmorot ; si on en laissoit au fond des poêles , on trouveroit dans les pains de sel , comme il arrive quelquefois , des matières plâtreuses de couleur grise. La blancheur du gypse le fait disparaître dans l'intérieur des pains de sel de Salins ; & c'est par cette raison que l'extraction du schelot se fait avec beaucoup plus de soin à Montmorot qu'à Salins.

Il faut une grande quantité d'eau pour dissoudre les sélénites & pour les tenir en dissolution ; c'est par cette raison que les sels gypseux , contenus dans les eaux salées , viennent en forme concrète long-temps avant la formation du sel marin ; on augmente alors le feu pour tenir les eaux dans une forte ébullition ;

les parties gypseuses condensées se réunissent & acquièrent bien-tôt assez de pesanteur pour tomber d'elles-mêmes au fond de la poêle ; agitées & fouettées vers le milieu de la poêle par une violente ébullition, elles sont jettées sans cesse vers les bords où elles sont reçues, dans des bassins portatifs de tôle qu'on enlève lorsqu'on voit paroître sur la surface de la muire les premiers cristaux de sel marin.

Extraction du schelot. On n'employoit à Salins que douze bassins pour faire ce service ; j'en ai fait mettre jusqu'à trente dans les poêles, autant qu'il en pouvoit tenir au long des bords ; & je les ai vu constamment à toutes les cuites sortir de la poêle presque entièrement remplis de schelot ; j'ai plus que doublé par ce moyen l'extraction d'une matière qui ne peut qu'altérer le sel, & qui n'est point faite pour entrer dans nos alimens.

Altération du sel par le gypse. Je me suis assuré, par beaucoup d'expériences en petit & en grand, que la faveur & la qualité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation : dans une évaporation lente, les sélénites

formées en aiguilles très-fines & presque insensibles, restent toujours suspendues dans la muire; elles s'unissent aux petites lames qui doivent former les cristaux de sel marin, & finalement elles se trouvent prises dans ses cristaux; alors la faveur du sel marin n'est plus la même, elle devient piquante & amère, & ce sel fondant sur la langue, y fait la même impression que s'il étoit mêlé de grains de sable, parce que le gypse est très-peu soluble. La figure du sel reste toujours la même, ses cristaux n'en sont pas moins réguliers, soit qu'ils se forment en cubes ou en trémuyes, mais leur transparence en est sensiblement altérée; le gypse de Salins les rend d'un blanc opaque, le gypse de Montmorot leur donne sa couleur grise: ce que j'en dis ici n'est point une conjecture, j'ai découvert & démontré ces altérations, en les produisant dans le sel de mer par des expériences faites exprès: j'ai reconnu, par de pareilles épreuves, des altérations singulières causées par le gypse dans le sel d'Epsom, mais je ne les rapporte point ici, pour ne pas m'écarter de mon sujet.

Défauts des sels de poêlons. Ces observations m'ont fait sentir combien est vicieuse la formation des sels de

poêlons que j'ai trouvée établie à Salins ; sels dont on formoit à peu près le tiers des sels en pains que cette saline débite dans la province. On nomme ainsi de petites poêles, qui contiennent à peu près le tiers des grandes, c'est-à-dire environ vingt-cinq à trente muids d'eau; elles sont placées à la suite des grandes, & exposées au courant de chaleur que l'air emporte hors des fourneaux : on a voulu profiter, pour former du sel, de la chaleur qui se perdoit auparavant en ces endroits ; mais les poêlons, trop éloignés du foyer pour recevoir une chaleur suffisante, ne laissent point tomber le schelot contenu dans les eaux, il y nâge & s'y mêle, comme je l'ai dit ci-dessus, avec les cristaux de sel marin, auxquels il reste intimément uni, ce qui produit dans le sel des altérations parfaitement semblables à celles que j'avois formées dans le sel de mer, en le cristallisant dans des solutions de gypse : c'est ce qui m'a déterminé à faire détruire tous les poêlons de Salins lorsque j'y retournai en 1761, avec plein-pouvoir d'y ordonner tous les changemens que je croirois nécessaires pour assurer la pureté des sels. Au moyen de cette suppression, on ne pourra plus employer,

pour former les pains, que des sels qui auront été purgés dans les poêles par la précipitation du schelot. Les poêlons peuvent convenir aux salines où l'on forme des sels à gros grains par une évaporation lente, pourvu qu'on n'y fasse entrer que des eaux déjà dépouillées de leur gypse dans les poêles, en les transférant de l'une à l'autre. Depuis longtemps, on ne débite aucun sel de poêlon dans la saline de Montmorot, par les raisons dont j'ai parlé précédemment ; cette pratique a de plus l'inconvénient d'augmenter la consommation du bois dans les fourneaux, pour fournir de très-mauvais sel, car ce sel est nécessairement imprégné de toute la quantité de schelot contenue dans l'eau dont le poêlon a été chargé.

Quoique les habitans de la Franche-Comté n'aient point porté de plaintes directes contre les sels de Salins, ils s'en plaignoient cependant sans le savoir ; lorsque je suis arrivé dans cette Province, on y croyoit assez généralement que tout le sel de Salins passoit en Suisse & qu'il étoit remplacé par du sel de Montmorot, qu'on debitoit pour sel de Salins. Si je rapporte ici cette erreur, facile à détruire par les faits, c'est pour

faire voir que les plaintes de la Province tomboient sur les sels de Salins comme sur ceux de Montmorot.

Séparation de l'eau grasse. L'exacte séparation des eaux grasses est encore une condition très - nécessaire pour assurer la pureté des sels ; l'analyse de ces eaux , faite à Salins , a fourni une assez grande quantité de sel marin & beaucoup de sel d'Epsom , tous deux altérés par le mélange du gypse enfermé dans leurs cristaux ; l'eau - mère qui reste après l'extraction de ces deux sels , est presque entièrement composée de sel marin à base terreuse ; fortement adhérent au flegme qui le tient en dissolution , on le dessèche avec peine , & il retombe très-promptement en liqueur : lorsqu'on pousse au feu , soit dans le creuset , soit à la cornue , ce sel provenant de la dessiccation des eaux-mères , on le trouve accompagné de graisses minérales & végétales , les unes donnant une forte odeur de pétrole , & les autres des vapeurs blanches empyreumatiques très-désagréables à l'odorat. Si l'on dessèche de même le mélange des sels contenus dans les eaux grasses pour le pousser au feu dans un creuset , il en sort pendant la combustion des matières gras-

ses , une piquante odeur de soufre ; l'acide vitriolique des sélénites & du sel de Glauber se dégagent alors de ses bases , s'unit au phlogistique des matières grasses , & forme avec lui du soufre brûlant.

Les eaux grasses de Montmorot contiennent les mêmes principes que celles de Salins, mais avec des différences remarquables ; premièrement , elles sont beaucoup plus chargées de sel de Glauber ; j'en ai fait souvent exposer au froid pendant la nuit , les ayant fait prendre chaudes dans les poêles à la fin des cuites ; & lorsque la température de l'air étoit au plus à 2 ou 3 degrés au-dessus de la glace , je ne manquois pas d'y trouver le lendemain une croûte épaisse de sel d'Epsom attachée aux parois des vases qui les contenoient : ces mêmes eaux à Montmorot sont aussi plus chargées de matières grasses animales & végétales qui sont fournies par les bâtimens de graduation.

Les sources de Montmorot étant très-foibles en salure , & les environs peu garnis de bois , on n'a pu reprendre l'exploitation de cette saline , pendant très-long-temps abandonnée , qu'à la faveur d'une ingénieuse méthode , inventée &

pratiquée d'abord en Allemagne , pour concentrer les eaux salées par le seul mouvement de l'air. Des pompes mues par un courant d'eau , élèvent les eaux salées dans des réservoirs placés au haut d'un vaste hangar long & étroit , d'où on les fait tomber par gouttes , au moyen de plusieurs files de robinets ; sur des lits d'épines accumulées jusqu'à la hauteur d'environ dix - huit pieds ; l'eau répandue en lames très-déliées, & divisées presque à l'infini sur tous les branchages des épines , est reçue dans un vaste bassin formé de planches de sapin jointives, qui sert de base à tout le hangar : de ce bassin , les mêmes eaux sont relevées & reportées par d'autres pompes dans le réservoir supérieur ; on les fait ainsi passer & repasser à plusieurs reprises sur les épines exposées de tous côtés au vent & à l'air, dont la moindre agitation suffit pour produire une évaporation considérable, au moyen des surfaces multipliées que les eaux salées lui présentent. Lorsqu'elles ont acquis , par cet artifice, onze à douze degrés de salure, c'est-à-dire, lorsqu'elles sont en état de rendre environ douze livres de sel par cent livres d'eau , on les fait couler dans les poêles de la saline

pour les évaporer au feu ; en cet état , les eaux de Montmorot sont encore inférieures en salure au degré naturel des eaux de Salins, dans un pays où les bois sont moins communs & plus chers. Il ne faut donc pas recourir à des vices , à des poisons imaginaires pour expliquer comment on a pu négliger pendant si long-temps le travail des sels à Montmorot. Avant que les bâtimens de graduation fussent en usage , ce travail auroit coûté cinq à six fois plus qu'à Salins , dans des temps où la saline de Salins étoit plus que suffisante pour fournir à la consommation de toute la province , & en même temps à la vente étrangère , considérablement augmentée depuis le rétablissement de la saline de Montmorot.

Je reviens aux effets de ces bâtimens sur les eaux qui s'y concentrent : à force d'en laver les bassins & les épines , ces eaux limpides & sans couleur à leurs sources , prennent dans les bâtimens une couleur rougeâtre qui s'épaissit à mesure que les eaux s'évaporent ; cette teinture est si forte lorsque les épines sont neuves , qu'elle tache le sel en rouge , de façon qu'on est obligé de le rejeter & de perdre les eaux pendant plusieurs

mois : telle est la cause unique de cette teinte rougeâtre qu'on voit dans les eaux grasses de Montmorot , & qui n'est point dans celles de Salins ; c'est elle qui produit les taches de rouge & d'orangé que l'on remarque dans les sels d'eau grasse , lorsqu'on évapore cette eau jusqu'à ficcité. J'ai imité ces effets dans le cours de mes expériences ; j'ai fait infuser séparément dans de l'eau de fontaine des épines coupées par morceaux & des copeaux de sapin , ces infusions se sont chargées en peu de temps d'une couleur rouge épaisse , & je m'en suis servi pour tacher des sels d'une grande blancheur. Outre cette teinture , les eaux salées prennent sur les épines un mucilage qui les rend plus épaisses que celles de Salins , ainsi que les débris des épines & des insectes qui pourrissent dans les bassins de graduation , lorsqu'on n'a pas soin de les purger des mousses & des végétaux qui naissent sur leur surface , des boues qui s'accumulent au dégorgeement des pompes , enfin des sédimens terreux dont leur fond se couvre à la longue. On doit les tenir dans la plus grande propreté.

Nécessité de faire égoutter les sels ;
 Lorsque la cuite des sels est à sa fin ,
 le

Le sel marin se trouve baigné dans les eaux grasses ; on l'en retire tout mouillé de ces eaux amères & piquantes qui lui communiquent leur mauvais goût jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement égouttées. J'ai déjà dit que ces eaux, tant à Salins qu'à Montmorot, étoient fort chargées de sel de Glauber, & par conséquent de sel d'Epsom, à cause du mélange du sel marin ; on n'ignore pas que ces sels sont très-amers ; on fait aussi qu'ils se cristallisent très-promptement au froid. Exposer à l'air froid les sels mouillés sortant des poêles, c'est enduire tous leurs cristaux de sel d'Epsom. Il en est de chaque grain de sel marin comme d'une bouteille de verre trempée dans cette eau chaude, & portée au froid ; en peu d'instans elle paroît couverte d'une poudre saline très-amère, formée par une infinité de petits cristaux de sel d'Epsom ; ces petits cristaux s'unissent par leur contact, & collent ensemble les grains de sel marin. C'est ainsi que dans les temps froids, & pendant presque tout l'hiver, les sels destinés à la formation des pains étant portés dans les ouvriers au sortir des poêles, se changent bien-tôt en une seule masse dure, d'où il coule très-peu d'eau grasse

dans les cuves destinées pour la recevoir, au lieu que ces cuves qui contiennent plus d'un muid & demi, en sont deux fois remplies dans des temps plus doux, le sel restant alors en grains séparés & mobiles : de là vient que la formation des sels en pains est plus viciée pendant l'hiver que pendant l'été. On n'y devoit jamais employer, tant à Salins qu'à Montmorot, que des sels parfaitement égouttés ; & pour satisfaire à cette condition, il faudroit établir dans les deux salines, comme on l'a fait à celles de Lorraine, des égouttoirs toujours chauds & toujours humides, où les sels restent vingt-quatre heures avant d'être portés dans les magasins. Il faudroit y construire assez de magasins pour pouvoir donner un dépôt de six semaines aux sels destinés à être en pain, comme on le donne aux sels destinés pour les Suisses. C'est une condition qu'ils exigent pour assurer la pureté de leurs sels, & qui réussit toujours en effet sur les sels en grain, parce que, dans cet intervalle, pour peu que l'air devienne humide, les sels déliquescens provenant des eaux grasses, tombent en liqueur, entraînant avec eux le sel de Glauber, qui est très-soluble.

Défauts des pains de sel en général.

On voit par les observations qui précèdent, que les sels employés en pains sont souvent remplis de gypses, comme tous ceux qui sortent des poêlons de Salins, & qu'ils peuvent être encore abondamment garnis de sel d'Epsom, sur-tout pendant d'hiver. Bien loin de corriger ces défauts, on ne fait que les augmenter en pétrissant les pains avec l'eau grasse; cette eau chargée de tout le sel qu'elle peut dissoudre, ne doit rien prendre dans les pains de sel, au contraire, elle charge la dose des matières étrangères par le desséchement des pains: ceux de Montmorot sont sujets à une sorte d'odeur empyreumatique assez approchante de celle du pissat de chat; elle est causée par les mucilages & les matières grasses qui proviennent des bâtimens de graduation, & qui se consomment dans l'intérieur des pains lors du desséchement sur la braise après l'évaporation de la partie aqueuse. Ayant réalisé cette conjecture par des expériences, j'ai pensé qu'une évaporation lente, opérée par une chaleur plus douce, pourroit remédier à ce défaut; mais je savois en même temps qu'on n'auroit jamais que des pains très-impurs tant

qu'on employeroit les eaux grasses à leur formation.

Formation des pains de sel à l'eau douce.

J'en ai supprimé l'usage par un moyen si facile & si simple, que je ne conçois pas comment il n'a pas été plutôt imaginé. J'ai pris du sel en grain bien épuré par un long dépôt & déjà chargé, pour passer en Suisse, je l'ai fait détremper avec de l'eau douce, j'en ait fait pétrir des pains de sel de différens moules, je les ai fait sécher sur la braise, & j'ai trouvé ces pains aussi solides, aussi durs que ceux qu'on formoit en même temps avec l'eau grasse. A Salins, où j'en ai fait les premiers essais, on croyoit que les parties onctueuses de l'eau grasse étoient nécessaires pour coaguler ensemble les grains de sel; j'ai pensé que pour les bien unir il suffisoit de mouiller leurs surfaces, de les presser l'une contre l'autre & de les sécher ensuite, le contact parfait des surfaces étant, comme on le fait d'ailleurs, la principale cause de l'adhérence des corps : j'ai vu presque en même temps que les parties onctueuses, loin de produire l'effet qu'on leur attribuoit, ne pouvoient servir qu'à diminuer l'adhérence des grains, parce qu'elles laissent des vuides entre leurs

surfaces, en se consumant dans l'intérieur des pains ; la formation à l'eau douce m'a mis en état de le démontrer. J'ai fait placer dans l'intérieur des pains, pendant qu'on les formoit à Salins avec de l'eau douce, des matières onctueuses & combustibles, des boules de savon, des gouttes d'huile, des gouttes de suif, des boules faites des sels onctueux qu'on tire des eaux grasses en les desséchant ; ayant fait scier ensuite ces pains de sel par le milieu, dans le plan de leur grand cercle, tous les endroits où j'avois fait placer des matières combustibles, étoient marqués par des cavités entourées de grandes taches brunes ; & lorsqu'on grattoit ces taches avec un couteau, on y découvroit une forte odeur de pissat de chat, odeur qu'on n'appercevoit jamais dans les endroits intermédiaires, où le sel avoit conservé toute sa blancheur ; il en a été de même des matières combustibles, en forme sèche, que j'ai fait insérer dans les pains, telles que les boules de papier, de petits morceaux de bois, &c. aux endroits où ces corps avoient été détruits, on trouvoit constamment les mêmes taches, les mêmes vuides & la même odeur ; elle étoit accompagnée d'un très-mauvais goût. J'ai

pouffé plus loin les expériences à Montmorot ; j'ai fait prendre du sel grainé bien pur dans les tonneaux chargés pour Neufchâtel , j'en ai fait former un grand nombre de pains , les uns avec de l'eau de fontaine , les autres avec des décoctions , & même avec de simples infusions d'épines & de copeaux de sapin , d'autres avec de l'eau de savon , d'autres enfin avec du bouillon de viande ; & tous ayant été séchés en même temps sur des lits de braise , les pains formés , soit avec de l'eau de fontaine , soit avec de l'eau de pluie , se sont trouvés d'une blancheur parfaite , sans aucun goût , sans aucune amertume : ceux au contraire que j'avois fait pétrir avec des eaux imprégnées de mucilages & de matières grasses animales ou végétales , se sont constamment trouvés très-âcres , très-amers , sur-tout dans leur partie inférieure , semés de petits trous & de grandes taches noirâtres , accompagnées d'un très-mauvais goût & d'une forte odeur de pissat de chat.

Causes des taches & de la mauvaise odeur des pains. Lorsque les décoctions d'épines ou de copeaux de sapin étoient très-chargées , les pains de sel se sont trouvés tellement altérés & criblés dans

leur partie basse ; qu'on en auroit pris les morceaux pour des fragmens de pierres ponce noires & rougeâtres ; ces teintures sont l'effet des charbons huileux que les matières grasses laissent après elles.

Défaut du sel en pain de Montmorot.
 J'ai développé & démontré par ces épreuves la cause d'un vice particulier au sel en pain de Montmorot , produit par le séjour des eaux dans les bâtimens, de graduation ; défaut que j'ai très-complètement corrigé par la suppression de l'eau grasse dans la formation des pains ; ce vice a fait décrier dans la province le sel de Montmorot , qu'on auroit trouvé aussi bon , & souvent plus pur que celui de Salins , si l'on avoit fait usage du sel en grain ; mais la partie basse des pains de sel étant assez souvent altérée & tachée par les matières grasses , son mauvais goût , son amertume & sa mauvaise odeur empêchoient les habitans des campagnes de l'employer , soit sur les viandes , soit sur les fromages ; leur soupe même s'en ressentoit encore plus , en sorte que les plus aisés rejettoient cette partie de leur sel après l'avoir séparée avec la scie , ce qui pouvoit faire dans les cam-

pagnes un déchet de dix ou douze pour cent sur les sels qu'on y distribuoit : c'est ce que j'ai reconnu par moi-même dans une trournée que j'ai faite en 1760, accompagné par M. Desnans, dans les hautes montagnes de Franche-Comté, depuis Sept-Moncel jusqu'à Mortau, pour consulter les paysans eux-mêmes, recueillir leurs plaintes contre les sels, interroger les Fruitiers dans les granges où l'on fait les fromages, examiner les défauts que le sel peut y causer, & les distinguer de ceux qui tiennent à des causes tout-à-fait étrangères à celle-ci. Les défauts relatifs au sel, provenant uniquement du gypse, des sels terreux, du sel de Glauber & des charbons empyreumatiques résultans de la combustion des matières grasses, l'usage de l'eau pure pour former les pains de sel a tout rectifié.

Formation des pains de sel avec l'eau douce chaude. J'ai perfectionné cette nouvelle formation, en faisant employer l'eau douce chaude : on fait que les sels de Glauber & d'Epsom sont beaucoup plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide ; j'ai donc pensé qu'en chauffant l'eau pour la formation, elle pourroit entraîner & dissoudre, en s'égout-

tant, les sels amers s'il en restoit quelque atome sur la surface des grains de sel; enfin qu'elle faciliteroit par sa chaleur le dégagement des matières grasses. Il est aisé de s'en assurer & de vérifier en même temps l'utilité de cette méthode; car si les sels dont on fait les pains sont employés à l'ordinaire, sans être égouttés par un dépôt suffisant, l'eau douce dont on les pêttrit & qui s'en égoutte pendant plusieurs heures avant le dessèchement au feu, y contracte la couleur & la mauvaise qualité de l'eau grasse, un goût piquant, une amertume presque insoutenable, soit qu'elle ait passé par les pains de sel de Montmorot ou par ceux de Salins. Rien ne peut mieux démontrer la nécessité de suivre ma nouvelle méthode, puisqu'au lieu d'apporter des principes étrangers & vicieux dans les pains de sel, elle sert encore à les en purger (1).

(1) MM. de Haller & Tronchin que j'ai consultés sur l'effet des matières gypseuses dans le corps humain, regardent l'usage des eaux gypseuses & des sels gypseux, comme une des principales causes des goëtres, des obstructions, de la galle, & de quelques autres maladies très-communes dans les pays où les gypses sont abondans.

Quelques personnes ont pensé, depuis que cette nouvelle formation est en usage, que les pains de sel pétris avec l'eau douce devoient être moins pesans & moins solides que les pains de sel formés avec l'eau grasse, parce que l'eau douce, a-t-on dit, doit dissoudre du sel dans les pains, entraîner ce sel en s'égouttant & laisser des vuides à sa place : ce raisonnement est non-seulement détruit par les faits, c'est-à-dire par plusieurs centaines d'épreuves que j'ai faites sur le poids & sur la dureté des pains de sel formés à l'eau douce, mais il tombe de lui-même si l'on fait attention que pour la formation des pains on commence par détremper & remuer le sel dans l'eau qui doit y servir, soit qu'on emploie l'eau douce ou l'eau grasse ; il en résulte que l'eau douce se trouve chargée de tout le sel marin qu'elle peut dissoudre avant que le sel, mouillé de cette eau, soit mis & battu dans le moule : elle est donc saturée dans l'intérieur du pain, de même que l'eau grasse, avec cette différence cependant que l'eau saturée seulement de sel marin peut encore dissoudre du sel d'Epsom & du sel marin à base terreuse, comme on le fait pour peu qu'on soit instruit

en Chimie ; au lieu que l'eau grasse déjà surchargée de sels étrangers , ne peut qu'en laisser dans l'intérieur des pains. On est donc forcé de conclure que l'eau douce n'entraîne pas de l'intérieur des pains plus de sel marin que l'eau grasse , mais seulement plus de sel d'Epsom & de sels déliquesçens lorsqu'on en a laissé avec le sel gemme , comme il arrive toujours lorsque le sel est mis en pain , après quelques heures de dépôt à l'air froid. C'est par cette raison qu'il est très-avantageux d'employer l'eau douce chaude , les sels étrangers , dont on vient de parler , étant plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Je conviens que les pains de sel faits à l'eau douce chaude seroient un peu moins pesans & un peu moins solides que ceux à l'eau grasse , si l'on continuoit de laisser beaucoup de ces sels étrangers dans la masse de sel destinée à former les pains ; mais on est sûr d'éviter ce double inconvénient , en se servant , comme je l'ai prescrit , de sel épuré par un dépôt suffisant , c'est-à-dire , autant que le sel destiné à la fourniture des cantons Suisses ; & c'est un avantage de plus pour le Public , dans la nouvelle formation , de n'être parfaite qu'autant qu'on

Rb 6

emploie des sels plus purs que ceux dont on s'est servi jusqu'à présent.

A l'égard de la conservation de ces nouveaux pains, peut-on douter qu'ils ne résistent mieux à l'air & plus longtemps sans se défaire que les pains à l'eau grasse, qui ne sont qu'un mélange de sel gemme & de sel d'Epsom, de parties calcaires & de sels déliquescents ?

Poids des pains de sel. Au reste, le poids des pains peut varier beaucoup dans le même moule, avec le même sel, avec la même eau; le grain du sel qu'on y emploie y fait beaucoup, & plus encore la main de l'ouvrière qui bat le sel dans le moule; le bombement à la surface antérieure du pain, contribue aussi à le rendre plus ou moins pesant. J'ai fait faire avec de l'eau douce, & dans le même moule de sel marchand, qu'on nomme *rozi re*, des pains de sel qui pesoient trois livres six & sept onces, d'autres qui pesoient à peine deux livres & demie; j'ai observé les mêmes variétés dans le poids des pains formés à l'eau grasse, elles dépendent uniquement de la bonne volonté & de la bonne foi des Préposés à la formation.

Dans plusieurs milliers de pains de sel que j'ai fait faire avec l'eau douce au

moule rozière, employant du sel prêt à partir pour la Suisse, il s'est trouvé très-peu de pains dont le poids n'excédât de plusieurs onces celui des pains de sel à l'eau grasse, qui est ordinairement de trois livres. On regardoit alors dans les salines la nouvelle formation comme désavantageuse aux Entrepreneurs.

Décomposition du sel sur la braise.

Il me reste à parler des moyens aussi simples que j'ai employés pour éviter la décomposition qui arrive dans les pains de sel, par l'application immédiate du feu; cette décomposition devient très-sensible par la forte odeur d'esprit de sel que l'on respire dans les ouvroirs où l'on sèche le sel en pain sur des lits de braise; mais j'ai voulu la démontrer aux yeux, & pour cet effet j'ai fait suspendre à huit ou dix pouces au-dessus des rangées de sel des chassis de bois horizontaux, garnis de papier bleu, teint de tournesol; en moins d'un quart d'heure ces papiers ont été entièrement colorés d'un beau rouge, & tels qu'ils seroient sortis d'une liqueur acide; j'ai fait détacher ensuite avec une scie, après le refroidissement des pains, la partie basse qui porte sur la braise; je l'ai fait piler, & j'ai rempli de ce sel des enton-

noirs de verre garnis de papier à filtrer ; j'ai fait passer à travers le sel une petite quantité d'eau de pluie ; j'ai versé sur cette eau filtrée très-limpide quelques gouttes d'huile de lin , dans l'instant même la liqueur est devenue d'un blanc de lait ; c'est l'effet d'un savon formé sur le champ par la combinaison de l'huile avec une lessive alcaline , effet qui prouve que le bas des pains de sel est alcalisé en partie , & qui confirme tout ce que j'ai dit sur cette décomposition. Le même phénomène n'arrive pas lorsqu'on emploie toute autre partie des pains de sel. C'en est assez pour conclure qu'il faut éviter la calcination sur la braise ; car l'alkali qui en résulte est plus propre à gâter les fromages & les viandes qu'à les conserver.

Desséchement à l'étuve. J'ai donc tenté & je suis parvenu à opérer le desséchement des pains de sel dans des étuves où ils ne peuvent être alcalisés. J'en ai fait la première tentative en 1760 ; je profitai d'une ouverture d'un pied en carré qu'on avoit faite au côté d'un des fourneaux & près du bord des poêles où l'on évapore les eaux salées. L'ouverture qu'on avoit faite pour arrêter quelque coulée du fond de la poêle ,

J'y fis former une espèce de coffre de six platines de tôle, posées les unes debout, les autres à plat, sans aucun mortier : ce coffre étoit ouvert du côté du fourneau, fermé par-tout ailleurs, & trop loin du foyer pour que la flamme pût y donner. J'y fis placer douze pains de sel sortant des moules, posés debout comme sur la braise ; en moins de huit heures, & sans avoir subi l'application immédiate du feu, ces pains se trouvèrent parfaitement secs ; ils ne l'étoient même que trop, & je fus obligé, en répétant l'épreuve, d'interposer une platine de tôle entre les pains de sel & le foyer, pour diminuer la violence du feu ; ces pains étoient fort adhérens aux platines de fer qui les soutenoient, mais je levai bien-tôt cet inconvénient, en faisant poser les pains sur un lit de cendre de huit à dix lignes d'épaisseur. Il me restoit encore deux obstacles à vaincre ; les pains de sel étoient tachés par la fumée, & les premières rangées bien plutôt séchées que les dernières, parce que la direction de la chaleur & du courant d'air chassoit la vapeur exhalée des pains de la première rangée sur la seconde, & de celle-ci sur la troisième, ce qui retardoit le desséchement total. L'en

conclus qu'il falloit donner la chaleur par-deffous les pains de sel, en la faifant couler par des cheminées horizontales, ce que j'exécutai au mois de Novembre fuivant à Montmorot.

Je fis ouvrir dans une berne, c'est-à-dire dans l'attelier où l'on évapore les eaux falées, une tranchée horizontale dans le terrain perpendiculairement au côté de la poêle, où-elle s'ouvroit dans le fourneau; cette tranchée, conduite jufqu'au mur de la berne & prolongée en retour d'équerre, dans une longueur de vingt-deux pieds, avoit environ vingt fept pouces de largeur, pour contenir trois files de pains de sel, & dix-huit pouces de profondeur. Sur les côtés de cette tranchée, je fis construire deux petits murs de brique, de la largeur d'un carreau jufqu'à la hauteur de huit pouces, pour foutenir des platines de tôle jointives, qui devoient former en même temps le fond de l'étuve & le deffus de la cheminée horizontale; je terminai l'encaiffement de l'étuve à fes extrémités par deux petits murs de brique; & à l'ouverture de la cheminée, du côté du fourneau, je fis pofer un empellement de tôle mobile dans un chaffis de fer à rainure, pour augmenter ou diminuer à

volonté le courant d'air chaud sous les platines; je fis couvrir l'encaissement de l'étuve de plusieurs volets de bois mobiles sur des charnières, afin d'y conserver la chaleur, me ménageant la facilité de les suspendre à différentes inclinaisons, pour donner plus ou moins d'évent aux vapeurs exhalées des sels. Ayant fait garnir de cendre le fond de cette étuve, j'y fis ranger trois cens pains de sel, qui furent séchés en moins de vingt-quatre heures par un feu gradué, au moyen de l'empellement décrit ci-dessus, qu'on élevoit de six en six heures; ces sels sont sortis de l'étuve parfaitement secs, durs, sonnans, d'une grande blancheur, sans odeur, sans amertume, sans aucune tache au dedans ni au dehors, à l'exception d'une petite marque de cendre adhérente au bas de chaque pain, que le moindre frottement faisoit disparaître; ces sels pétilloient au sortir de l'étuve comme ceux qu'on a séchés sur des lits de braise lorsqu'on les met à refroidir. J'ai fait faire sept cuites consécutives dans la même étuve, la plupart en vingt-deux heures & toujours avec le même succès, pendant que plusieurs pains de sel des mêmes formations restoient jusqu'à quarante

heures sur la braise avant d'être aussi bien desséchés. Pour connoître si les sels d'étuve soutiendroient le transport, j'en lançai par terre de toute ma force, & je ne parvins jamais à les casser. Il restoit à voir s'ils se conserveroient à l'air aussi bien que les sels à l'eau grasse ; je n'en doutois pas, puisqu'ils n'étoient point alkalisés & qu'ils ne contenoient point de sels déliquescents ; mais pour ne rien négliger dans cette matière importante, je fis exposer des sels de l'ancienne & de la nouvelle formation dans des mannes d'osier sous le même hangard, où je les faisois peser de trois en trois jours. J'ai constamment trouvé, en suivant cette épreuve pendant plus de six semaines, que les pains à l'eau grasse, séchés sur la braise, prenoient plus promptement & en plus grande quantité l'humidité de l'air que les pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve : ces derniers sont donc plus parfaits à tous égards. Dès-lors je me déterminai à faire construire de plus grandes étuves propres à sécher les formations entières des sels en pain.

Construction des étuves. Je fis ouvrir un grand canal dans le terrain d'une autre berne à Montmorot ; je l'abou-

chai à la cheminée du fourneau ; je le fis passer à travers le mur qui sépare cette berne de l'ouvroir voisin ; je le prolongeai au long du mur en retour d'équerre dans l'ouvroir, jusqu'à cinquante-cinq pieds de distance de l'ouverture de la cheminée ; & tout le reste étant disposé comme pour la petite étuve que j'ai décrite , je fis ranger neuf cents pains de sel du moule qu'on nomme *rosière* , pesant environ trois livres chacun : ils furent séchés en moins de trente heures ; les thermomètres que j'avois placés dans cette étuve , à l'extrémité la plus éloignée du feu , furent brisés par la trop grande dilatation de la liqueur : les pains en sortirent durs , secs & sonnants , comme ceux de la petite étuve , ayant toutes les qualités nécessaires pour la conservation & pour le transport. J'ai fait faire sept cuites consécutives dans cette grande étuve , toujours avec le même succès ; leur durée moyenne a été de vingt-six heures , & la consommation du bois dans le fourneau n'en a point paru augmentée. J'ai donc épargné & fait tomber en bénéfice sur la formation la totalité des braises que l'on consommait précédemment dans la saline pour altérer le sel en pain , & cette économie :

fait un objet assez considérable en diminution dans la dépense annuelle des salines de Franche-Comté. Je me suis assuré, en faisant peser des milliers de pains de sel, formés à l'eau douce, & séchés à l'étuve, qu'ils pesoient autant, & souvent plusieurs onces de plus, que les pains de l'ancienne formation, lorsqu'ils étoient bien battus dans les moules, & formés de sels suffisamment égouttés. J'ai fait peser plusieurs douzaines de ces pains de sel à la saline; je les ai envoyés, après les avoir marqués, aux magasins d'Arbois & de Poligny, où je me suis transporté peu de jours après, pour en reconnoître les déchets : les différences de poids se sont trouvées les mêmes à très-peu près que ceux d'un pareil nombre de pains formés à l'eau grasse, & séchés sur la braise que j'avois fait voyager en même temps pour servir de terme de comparaison; ni les uns ni les autres n'étoient fracturés. Il en a été de même de plusieurs douzaines de pains de sel formés à l'eau douce, & séchés à l'étuve, qui ont été envoyés en 1760 de Montmorot à Besançon, & de Besançon à Paris, où ces pains sont arrivés en très-bon état : il est donc démontré qu'on peut les transporter, comme ceux

à l'eau grasse , dans toute la Province ; qu'ils ne sont pas plus fragiles quand ils sont purs & formés suivant les règles que j'ai prescrites ; qu'ils se conservent & résistent plus long - temps à l'humidité de l'air ; qu'enfin ils ont toutes les conditions nécessaires au service de la Province , comme on l'éprouve depuis quinze mois dans les Bailliages fournis par la saline de Montmorot. On ne débite plus à présent dans cette saline que des pains de sel formés à l'eau douce & séchés à l'étuve , incomparablement plus purs que ceux qu'on y debitoit précédemment. J'ai recueilli les marques les plus flatteuses & les moins équivoques de la satisfaction du peuple , en parcourant au mois de Novembre dernier , les cabanes des payfans sur les montagnes voisines de Saint-Claude , à l'extrémité de la province. Je dois le succès du travail en grand aux soins & aux attentions de M. Menetrier , Directeur de la saline de Montmorot , qui m'a bien secondé dans toutes ces recherches : je me fais un plaisir de lui rendre ici ce témoignage public avec les éloges qui sont dûs au zèle & à la probité d'un bon citoyen. Il est à présumer que les mêmes procédés s'établiront dans la suite à Salins , si ces

changemens ne sont point traversés par des intérêts subalternes ou par l'envie de perpétuer d'anciens abus : quoi qu'il en puisse être , j'ai rempli les objets de ma mission , & je ne pense pas qu'il soit possible de pousser plus loin la perfection des sels en pain , toujours inférieurs cependant aux sels cristallisés & n'ayant pas la neutralité parfaite du sel à gros grain de Montmorot , tant parce qu'ils sont formés de sel à menu grain fait à l'eau bouillante , que parce qu'ils perdent un peu de leur acide par le dessèchement même dans les étuves. Un jour le sel à gros grain sera généralement préféré , comme il devrait l'être : en attendant , j'ai lieu d'espérer que la Franche-Comté, désormais éclairée sur la qualité des eaux & sur la formation des sels , libre de choisir l'espèce qui lui conviendra le mieux , & déjà fournie de sels plus purs , me saura gré de mes travaux.

Fin du Tome premier.

De l'Imprimerie de STOUPE, rue de la Harpe, 1776.

Digitized by Google



WIDENER LIBRARY



HX IMXG A

A FINE IS INCURRED IF THIS BOOK IS
NOT RETURNED TO THE LIBRARY ON
OR BEFORE THE LAST DATE STAMPED
BELOW.

3700552

MAY 9 1973

73H

